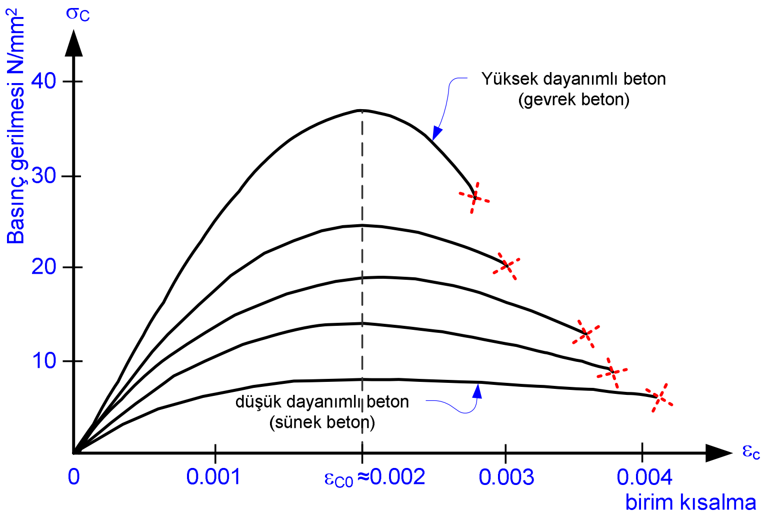
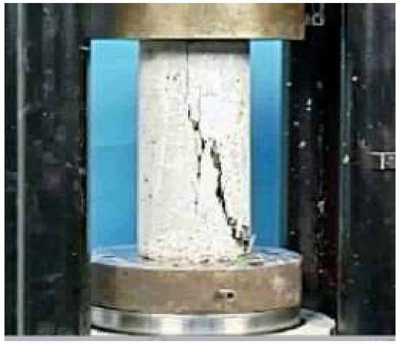
Farklı dayanımlı betonların karşılaştırmalı σ_c- ε_c eğrileri

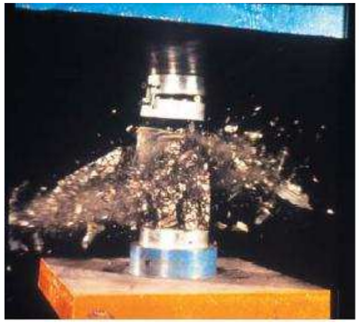


VİDEO: http://mmf2.ogu.edu.tr/atopcu/



Düşük dayanımlı beton

Düşük dayanımlı beton kırılma aşamasına gelince kılcal çatlaklar oluşur, beton tanecikleri dökülmeğe başlar, çatlaklar giderek genişler ve beton parçalanır: **Sünek davranış**



Yüksek dayanımlı beton

Yüksek dayanımlı beton hiçbir belirti vermeksizin aniden patlar, etrafa beton parçaları saçılır: **Gevrek davranış**

Farklı kaliteli (dayanımlı) beton numunelerin basınç deneyi sonunda belirlenen *gerilme-birim kısalma* diyagramları yukarıda verilmiştir. Diyagramların yorumlanmasından aşağıdaki sonuçlara varılabilir:

- Beton kalitesi arttıkça kırılma birim kısalması ε_{cu} daha küçük olur. Bu ise betonun daha gevrek olduğu, kırılmanın da gevrek olacağı anlamına gelir. Gevrek kırılma arzu edilmez.

- Beton kalitesi azaldıkça kırılma birim kısalması ε_{cu} daha büyük olur. Bu ise betonun daha sünek olduğu, kırılmanın da sünek olacağı anlamına gelir.

- Beton kırılsın istemeyiz, fakat bir nedenle kırılırsa sünek kırılsın isteriz. Çünkü kırılma ani değildir, haber vericidir ve önlem almak için zaman tanır.

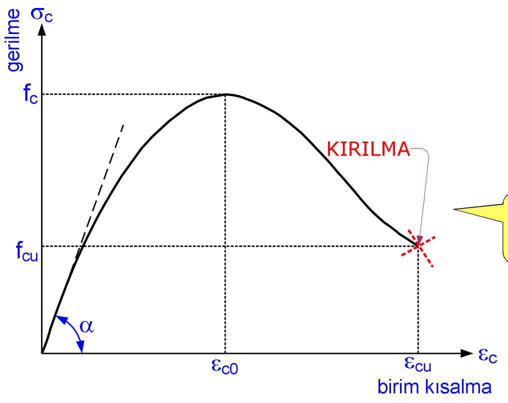
- Elastisite modülü beton kalitesine bağlıdır.

- Her tür betonda max gerilmeye karşılık gelen kısalma yaklaşık aynıdır, $\varepsilon_{c0} \approx 0.002$ dir.

Hem yüksek dayanım hem de süneklik betonarmede birlikte arzu edilen özelliklerdir. Ancak, bu iki özelliği aynı betonda bir arada bulmak mümkün değildir.

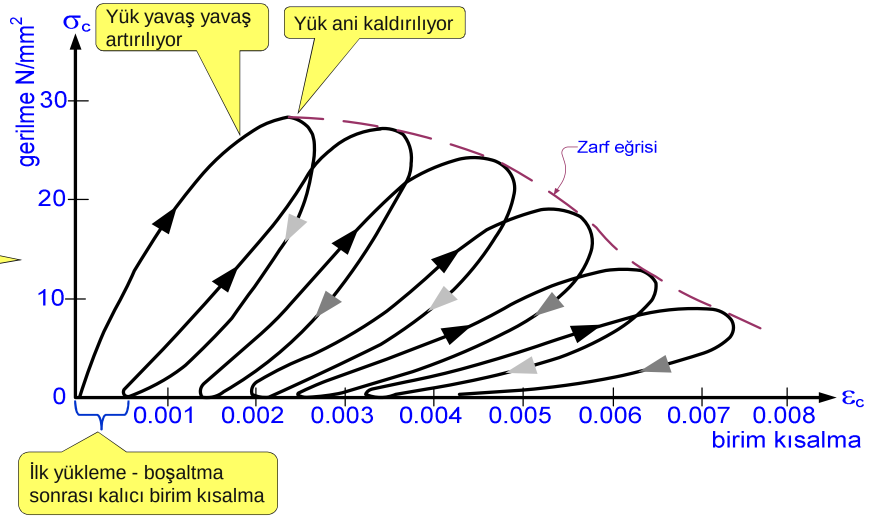
Tekrarlanan yük altında betonun davranışı

ERSOY/ÖZCEBE, Sayfa 19



Tekrarlanmayan yük altında gerilme – birim kısalma eğrisi

Tekrarlanan yük altında gerilme – birim kısalma eğrileri



Bir beton numunede gerilme en büyük değere varınca yük boşaltılır, ulaşabildiği en büyük gerilmeye kadar tekrar yüklenirse ve bu defalarca tekrarlanırsa yukarıda soldaki eğriler oluşur. Yorumlanırsa:

•Her yükleme-boşaltma sonrası betonun dayanımı düşmektedir.

•Her yükleme- boşaltma sonrası kalıcı birim kısalma giderek artmaktadır.

•Yükleme-boşaltma altında betonun elastisite modülü giderek azalmaktadır.

•Yükleme-boşaltma sonucunda beton yorulmaktadır. Yaklaşık 10 milyon kez yükleme-boşaltma betonun kırılmasına neden olabilir.

•Elastisite modülünün azalması rijitliğin azalması anlamına gelir. Yüklenen-boşalan beton yumuşamaktadır. Yaşlı bir betonun elastisite modülü tam olarak belirlenemez. Elastisite modülü güvenilir bir değer değildir.

•Defalarca yükleme-boşaltma ile belirlenen σ_c-ε_c eğrilerinin zarf eğrisi tekrarlanmayan yük ile belirlenen σ_c-ε_c eğrisi ile aynıdır.

Yükleme-boşaltma davranışı normal yapılarda deprem veya rüzgâr yükleri altındaki, beton yol ve traverslerde teker yükü altındaki beton davranışını özetler.

Betonda büzülme

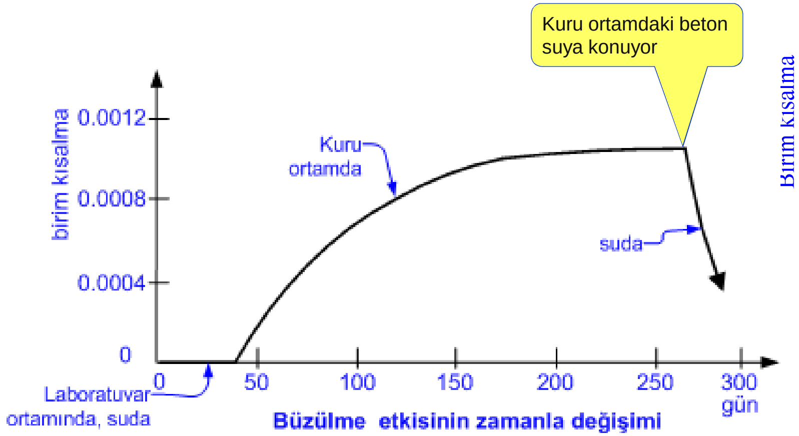
Katılaşma ve sertleşme sürecinde suyun buharlaşması nedeniyle betonda zamanla oluşan kısalmaya büzülme denir.

Hidratasyon için gerekli su/çimento oranı 0.25 dir. Bu oranda su içeren betonun kıvamı kurudur. Pompalanması, yerleştirilmesi, şekil verilmesi ve sıkıştırılması mümkün değildir. Betona işlenebilirlik kazandırmak amacıyla uygulamada gereğinden çok su konur, yani su/çimento oranı çok daha yüksek tutulur.

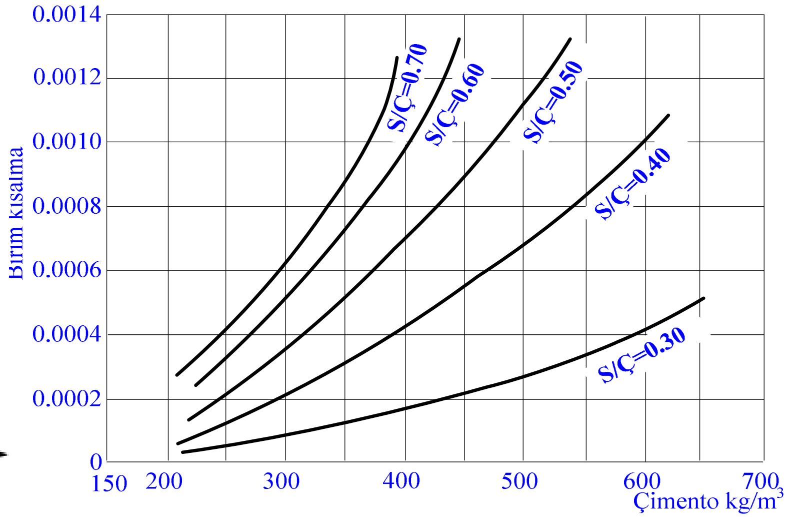
Su fazlası zamanla buharlaşır, suyun işgal ettiği kesecikler, dolayısıyla betonun hacmi, küçülür (beton büzülür). Betonda, yük olmamasına rağmen, kısalma oluşur ve henüz yeterince sertleşmemiş beton çatlar. Bu olaya betonun büzülmesi, oluşan çatlaklara da büzülme çatlağı denir.

Büzülme; ortam sıcaklığına, nemine, betonun ortama açık yüzeyinin büyüklüğüne, çimento miktarına bağlıdır. 1-2 yıl kadar sürer, ancak büyük bir kısmı 3-4 ay içinde tamamlanır. Büzülmüş beton sulandığında şişer, kısalmanın bir kısmı geri döner.

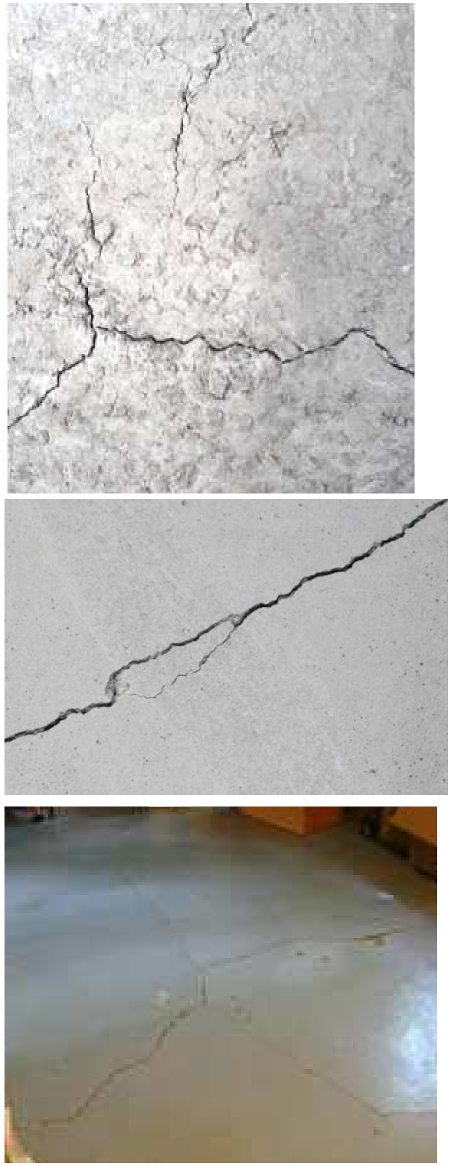
Aşağıda soldaki grafik 28 gün laboratuvar şartlarında tutulan, yaklaşık bir yıl kuru ortamda bırakılan ve sonra tekrar laboratuvarda suya konan numunenin büzülme-şişme davranışını göstermektedir. Sağdaki grafik S/Ç oranı ve çimento miktarına bağlı olarak büzülmenin değişimidir. Çimento miktarı arttıkça veya su miktarı arttıkça büzülme birim kısalması da artar.



Büzülme etkisinin zamanla değişimi



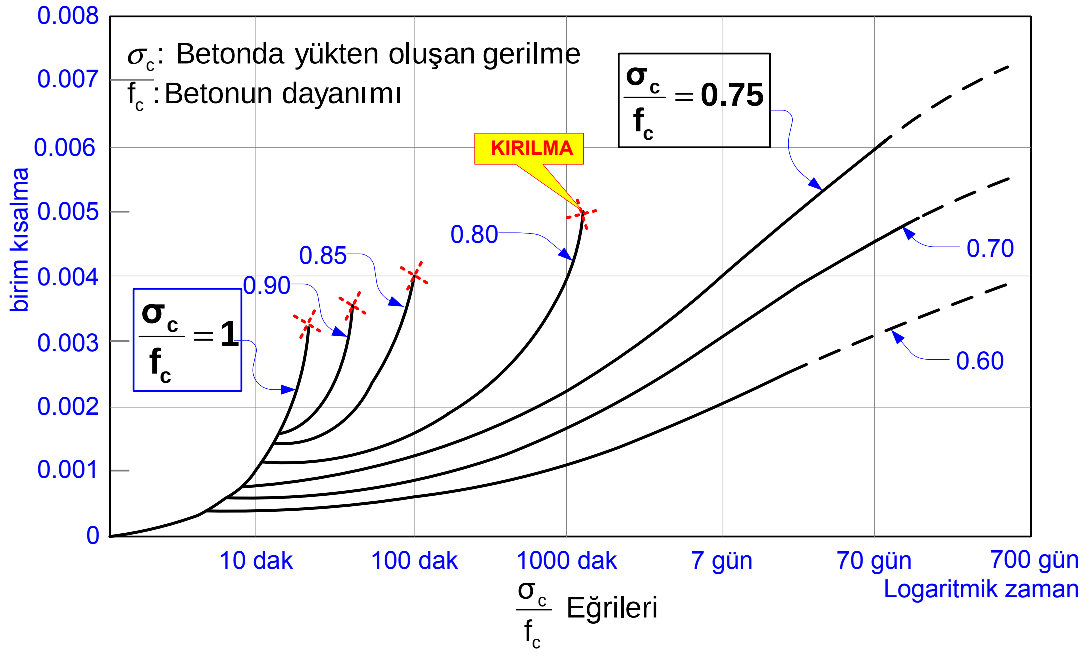
Büzülme birim kısalmasının çimento miktarına bağlı değişimi



Döşemede büzülme çatlağı

- **Kuru ortamda beton büzülür. Nemli ortamda beton şişer. Büzülme nedeniyle iç gerilmeler (çekme) oluşur, beton çatlar.**
- **Büzülme kısalması önlenemez, ancak beton nemli tutularak büzülme zamana yayılabilir, betona sertleşmek için zaman tanınabilir.**
- **Büzülme çatlaklarını önlemek için beton, yeterli çekme dayanımı kazanıncaya dek (7-15 gün), nemli tutulur (sulanır). Ayrıca, büyük yüzeyli elemanların (yüksek kirişlerin) yan yüzlerine donatı konur.**
- **Öngerilmeli yapı elemanlarında büzülme çok daha önemlidir, çünkü çelik gergi kuvvetinin zamanla azalmasına neden olur.**

Betonda sünme



$\frac{\sigma_c}{f_c}$ Eğrileri

Sabit basınç altında kısalmanın zamanla artmasına sünme denir.

Soldaki deneysel eğriler sabit gerilme altındaki beton numunelerin zamana bağlı birim kısalmalarını göstermektedir. Tüm numuneler aynı f_c dayanımına sahiptir fakat farklı σ_c sabit gerilmeleri ile yüklenmişlerdir. Birinci numune dayanımı kadar, ikinci numune dayanımının %90 ı kadar, üçüncü numune dayanımının %85 i kadar, … sabit gerilme ile yüklenmiş ve gözlenmeye başlanmıştır.

Önceki konulardan bilinmektedir: dayanımı kadar yüklü betonda birim kısalma ε_{c0}=0.002 dir ve kırılmaz. Deneydeki bütün numuneler dayanımı veya dayanımından daha düşük bir sabit gerilme ile yüklü olduğuna göre hiçbirisinin kırılmaması gerekir.

Fakat dayanımının %80 ni veya daha büyük bir gerilme ile yüklü olan numunelerin birkaç dakika veya birkaç saat sonra kırıldığı gözlenmiştir. Neden?

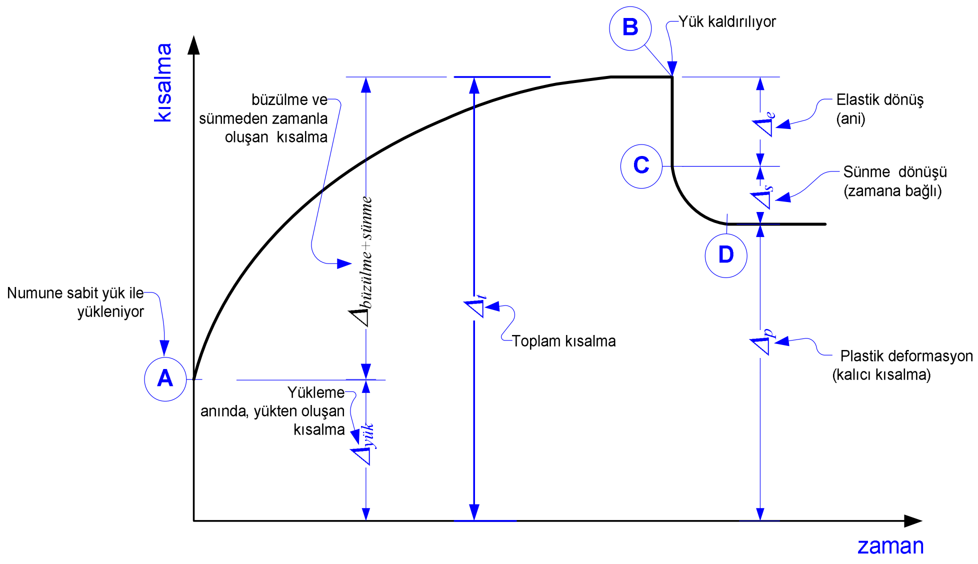
Neden açıktır. Dayanımına yakın gerilme taşıyan numunelerde birim kısalma 0.002 yakındır. Sabit gerilme altında kısalma zamanla artmakta ve ε_{cu} kırılma birim kısalmasına ulaşarak betonun kırılmasına neden olmaktadır.

Basınç altında olan betonun içindeki dışarı atılır, suyun terk ettiği boşluklar küçülür, betonda kısalma olur ve ezilir. Basınç çok yüksekse su, buharlaşma zamanı bulamadan, hızla dışarı atılır, kısalma kısa zamanda oluşur, kırılma da kısa zamanda olur. Gerilme düşükse, kısalma 3-5 yıl içinde sona erer, beton giderek sertleşir ve kırılmaz.

Deneysel sonuçlara göre:
Dayanımının 0.8 katı veya daha büyük sabit bir gerilme ile yüklü beton, sünme nedeniyle kısalma zamanla artacağından, kırılır. Önlemek için beton, dayanımının 0.8 katından daha küçük bir gerilme ile yüklenmelidir.

Betonda yük-büzülme-sünme kısalmaları

ERSOY/ÖZCEBE, Sayfa 43



Sabit bir yükle yüklenip kendi haline bırakılmış bir beton numunenin zamana bağlı kısalma diyagramı solda verilmiştir.

Numune yüklendiği anda $\Delta_{yük}$ kısalması olmuştur (A noktası). Numunenin boyu zaman zaman ölçülmüş, yük sabit olmasına rağmen, kısalmanın zamanla $\Delta_{büzülme+sünme}$ kadar arttığı, bir süre sonra durduğu (B noktası) görülmüştür.

Bu aşamada yük kaldırılmış, kısalmada Δ_e kadar geri dönüş olduğu (numunede uzama) görülmüştür (C noktası). Kısa bir süre içinde Δ_s kadar daha geri dönüş olduğu ve sonra durduğu gözlenmiştir (D noktası).

Δ_e geri dönüşü (uzama) şöyle açıklanabilir: Yükü kaldırılan numunede boşluklar rahatlamakta, numune ani olarak biraz uzamaktadır.

Δ_s geri dönüşü (uzama) şöyle açıklanabilir: Yükü kaldırılan numunede boşluklar rahatlamakta, numune zamanla biraz daha uzamaktadır.

Toplam geri dönüş $\Delta_e + \Delta_s$ toplam Δ_t kısalması yanında oldukça küçüktür. Çünkü, beton elastik bir malzeme değildir ve geçen zaman içinde yeterince sertleşmiştir.

Δ_p kısalmasına plastik kısalma denir, çünkü geri dönmesi mümkün değildir.

Sabit bir yükle yüklenen beton numunede $\Delta_{yük}$ ani kısalması olur. Bu sabit yük altında zamanla, 2-3 yıl içinde, kısalma Δ_t değerine varır. Yük sabit kalmasına rağmen kısalmanın artması büzülme ve sünme etkilerinden kaynaklanmaktadır. Büzülme ve sünme kısalması artık en büyük değerine varmıştır. Yük kaldırıldığında kısalmada Δ_e kadar ani geri dönüş olur (numune uzar). Zamanla, yük etkisinden kurtulan betondaki boşlukların biraz büyümesi sonucu, Δ_s kadar daha geri dönüş olur. Sonuç olarak, üzerinde hiç yük olmayan betonda, Δ_p kadar kalıcı (plastik) kısalma vardır.

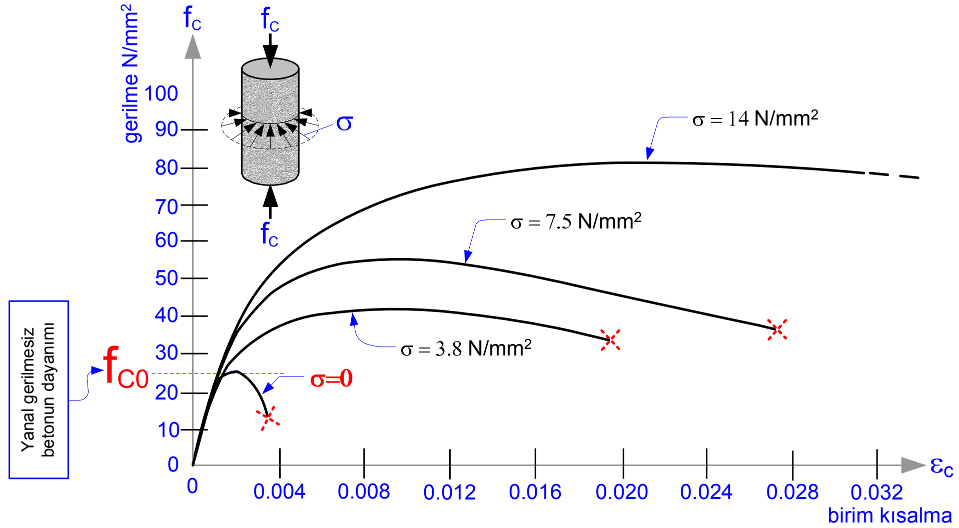
Büzülme ve sünme etkisiyle oluşan $\Delta_{büzülme+sünme}$ kısalması "sinsi" kısalma olarak adlandırılabilir, önlenemez, olacaktır. Bundan şu sonuca varılabilir: Yüklenmiş beton, yük sabit kalsa dahi, zamanla kısalmaya devam eder, ε_{cu} kırılma birim kısalmasına ulaşabilir. 3-4 yıl ayakta kalan bir yapı durup dururken göçebilir!

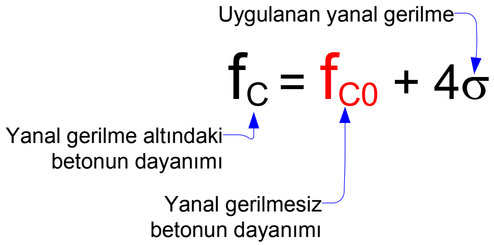
Sinsi kısalma önlenemez, fakat betonun çatlaması ve kırılması önlenebilir:

•Proje aşamasında yük sınırlanarak (büyük kesit seçilerek) düşük gerilme altında sünme kısalmaları uzun zamana yayılabilir ve azaltılabilir.
•Beton iyi sıkıştırılarak boşluklar, dolayısıyla büzülme ve sünme kısalmaları azaltılabilir.
•Beton sulanarak büzülme kısalmaları uzun zamana yayılabilir, yeterince sertleşmesi için zaman tanınabilir.
•Beton yeterince sertleşmeden iskele kaldırılmaz. Erken kaldırılırsa yeterince sertleşmemiş betona eksenel basınç kuvvet etkir, su hızla dışarı atılır, sünme hızlanır.

Üç eksenli gerilme etkisinde beton davranışı (RICHART, v.d. deneyi-1928)[1]

ERSOY/ÖZCEBE, Sayfa 33




Uygulanan yanal gerilme

$$f_c = f_{c0} + 4\sigma$$

Yanal gerilme altındaki betonun dayanımı

Yanal gerilmesiz betonun dayanımı

1928 yılında RICHART ve diğerleri şöyle bir deney yapmışlar:

Hazırladıkları aynı kaliteli (dayanımlı) beton numunelerden bazılarını standart basınç deneyine tabi tutarak betonun dayanımını f_{c0} olarak belirlemişler. Tüm numuneler aynı özellikte hazırlandığından, geriye kalan numunelerin dayanımı da büyük bir ihtimalle f_{c0} dır.
Kalan numunelerin bazılarının yanal yüzeyine σ = 3.8 N/mm², σ = 7.5 N/mm² ve σ = 14 N/mm² sabit basınç gerilmesi uygulayarak eksenel basınç deneyine tabi tutmuşlar. Elde ettikleri gerilme-birim kısalma eğrileri yukarıda verilmiştir.

Eğrilerin incelenmesinden:

1)Yanal basınç uygulanmış betonun dayanımı yanal basınç uygulanmamış betona nazaran önemli miktarda artmıştır. Örnek olarak; grafikte yanal basınçsız (σ = 0) betonun dayanımı f_{c0} = 25 N/mm² olarak okunurken, yanal basıncı σ = 7.5 N/mm² olan betonun dayanımı f_c = 55 N/mm² olmuştur. Dayanımdaki artış uygulanan yanal basıncın yaklaşık 4 katıdır, $f_c = f_{c0} + 4\sigma = 25 + 4 \cdot 7.5 = 55$ N/mm².
2)Yanal basınç uygulanmış beton yanal basınç uygulanmamış betona nazaran daha zor kırılmıştır. Örnek olarak; yanal basınçsız (σ = 0) beton 0.004 e yakın birim kısalma yapınca kırılmış fakat yanal basıncı σ = 7.5 N/mm² olan beton 0.020 birim kısalma yapabilmiş, yani çok sünek davranmıştır.

Nasıl açıklanabilir? Eksenel basınç altında beton Poisson etkisiyle şişer ve çatlar. Yanal basınç betonun şişmesini, dolayısıyla çatlamasını zorlaştırır.

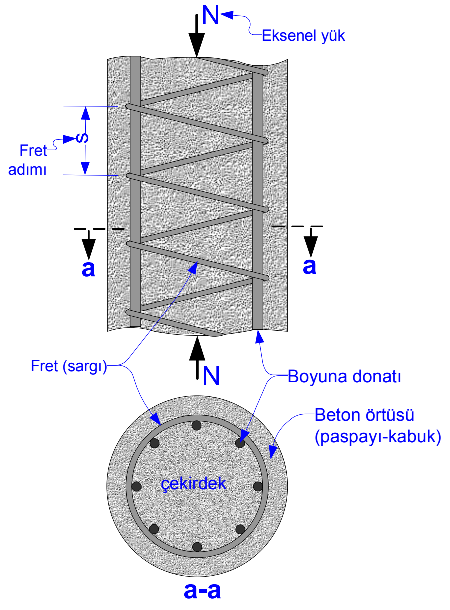
SONUÇ:
- **Betonun dayanımı yanal gerilmenin dört katı kadar artar.**
- **Yanal gerilme etkisindeki beton çok daha büyük kısalma yaptıktan sonra kırılır. Bu ise betonun, kalitesi aynı olmasına rağmen, çok daha sünek davrandığını gösterir.**
- **Hem yüksek dayanım hem de süneklik betonda aradığımız iki önemli özelliktir. O halde betona, özellikle yüksek basınç altında olanlara, yanal basınç uygulamanın bir yolunu bulmalıyız! Bulmuşlar: *Sargı!***

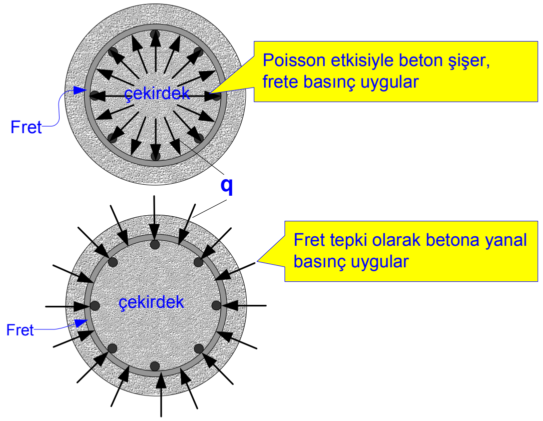
---

[1] **Richart, F., Brandtzaeg, A., Brown, L.,** *A study of the failure of concrete under combined compressive stresses,* Engineering Experimental Station, 185, University of Illinois Bulletin, V. XXVI, no:12, 1928.

Kolonda sargı etkisi

Fretli kolon


N
Eksenel yük
Fret adımı
s
a
a
Fret (sargı)
N
Boyuna donatı
Beton örtüsü (paspayı-kabuk)
çekirdek
a-a

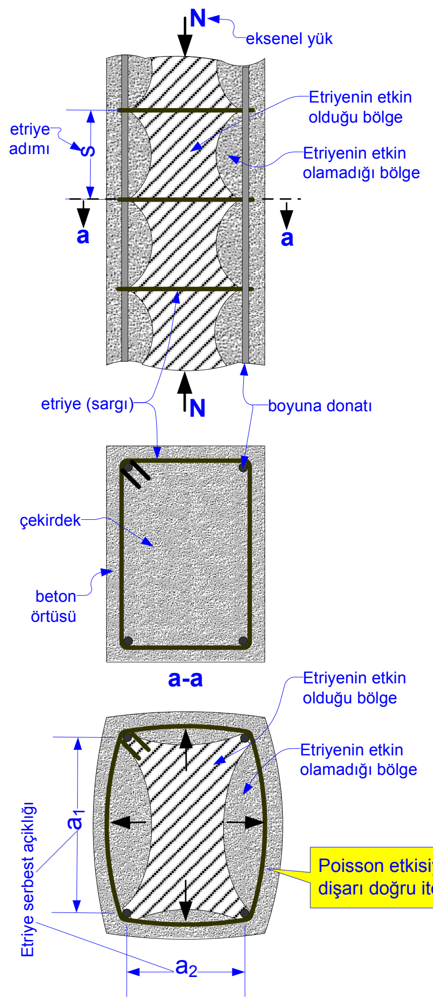

çekirdek
Fret
q
çekirdek
Fret

Poisson etkisiyle beton şişer, frete basınç uygular

Fret tepki olarak betona yanal basınç uygular

N kuvveti ile yüklenen fretli kolonun boyu kısalır. Poisson etkisiyle göbek şişmek ister, ancak fret şişmeyi engeller. Bu nedenle beton frete q gibi bir basınç uygular. Fret, etki=tepki nedeniyle, aynı q basıncıyla göbeği sıkıştırır, yani beton yanal gerilme etkisindedir. Yanal basınç nedeniyle beton üç eksenli gerilme altındadır. Bir önceki RICHART deneyi dikkate alındığında, kolonun dayanımının ve sünekliğinin artacağı anlaşılır.

Etriyeli kolon


N
eksenel yük
etriye adımı
s
Etriyenin etkin olduğu bölge
Etriyenin etkin olamadığı bölge
a
a
etriye (sargı)
N
boyuna donatı
çekirdek
beton örtüsü
a-a
Etriyenin etkin olduğu bölge
Etriyenin etkin olamadığı bölge
Etriye serbest açıklığı
a_1
a_2

Poisson etkisiyle beton şişer, etriyeyi dışarı doğru iter. Etriye bombelenir.

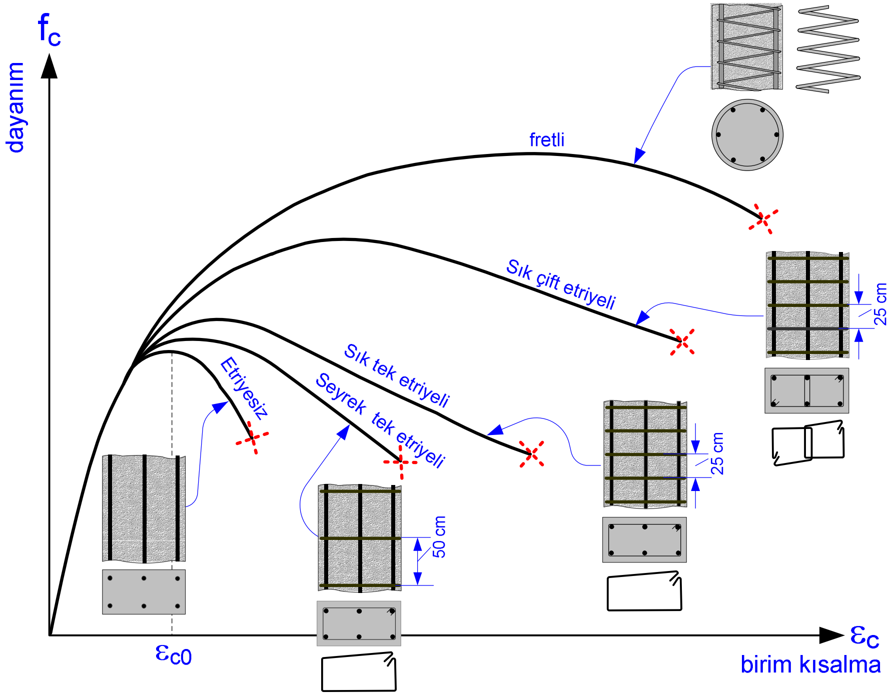
N kuvveti ile yüklenen etriyeli kolonun boyu kısalır. Poisson etkisiyle göbek şişmek ister, etriye şişmeye karşı direnmeğe çalışır. Şişen beton etriyeyi dışarıya doğru iter, bombelenmesine neden olur. Etriyenin eğilme rijitliği düşük olduğundan, bombelenmeyi yeterince önleyemez. Yanal gerilme köşelerde yüksek, etriye kolu boyunca ise düşük kalır. Etriye kolu serbest açıklığı ve adımı küçüldükçe bombelenmesi zorlaşacak, uyguladığı yanal basınç artacaktır.

Etriye fret kadar etkin yanal gerilme uygulamamakla birlikte beton gene de yanal gerilme etkisindedir. RICHART deneyi dikkate alındığında, kolonun dayanımının ve sünekliğinin artacağı anlaşılır.

Sonuç: Sargı betona yanal basınç gerilmesi uygular. Kolonun dayanımı ve sünekliği artar.

Sargı (etriye, fret) etkisi

Dayanımı, kesit alanı, boyuna donatısı aynı fakat sargısı farklı 5 adet kolonun eksenel yük altında göreceli dayanım-birim kısalma eğrileri sağda verilmiştir. Kolonlardan ilki etriyesiz, ikincisi tek seyrek etriyeli, üçüncüsü tek sık etriyeli, dördüncüsü çift sık etriyelidir. Dairesel kolon fret ile sarılmıştır.



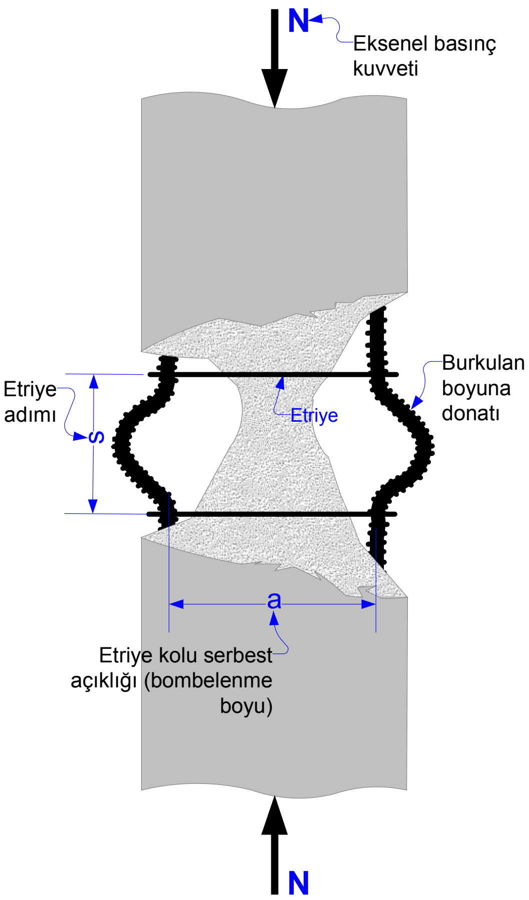
Eğrilerin yorumlanmasından:

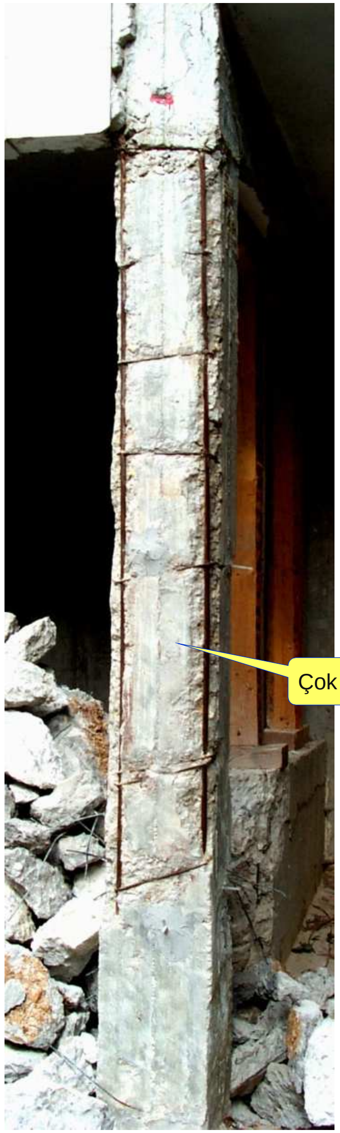
- Sargısız kolon en düşük dayanım ve sünekliğe sahiptir.
- Seyrek de olsa etriye sünekliği artırır, fakat dayanım artışı çok azdır.
- Sık etriye sünekliği oldukça artırır, dayanım artışı da belirgin olur.
- Birden çok etriye hem sünekliği hem de dayanımı çok artırır. Bunun nedeni etriye kolu serbest açıklığının ve bombelenmenin azalması sonucu yanal basıncın artmasıdır.
- Fretli kolon hem süneklik hem de dayanım açısından, etriyeliye göre, daha etkindir.
- Donatılı betonlarda ε_{c0} değeri sargı etkisi arttıkça büyümektedir.
- Etriye bombelenme boyu, birden çok etriye/çiroz kullanılarak, artırılırsa ve sık etriye kullanılırsa kolonun dayanımı ve sünekliği çok artar.

•İyi düzenlenmiş sargı betonun dayanımını ve sünekliğini önemli miktarda artırır.
•Fret en iyi sargı şeklidir.

Sargı yetersiz ise ne olur?

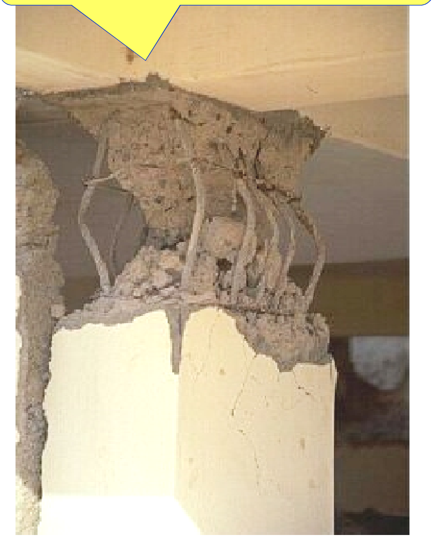
ERSOY/ÖZCEBE, Sayfa 193


N
Eksenel basınç kuvveti
Etriye adımı
s
Etriye
Burkulan boyuna donatı
a
Etriye kolu serbest açıklığı (bombelenme boyu)
N

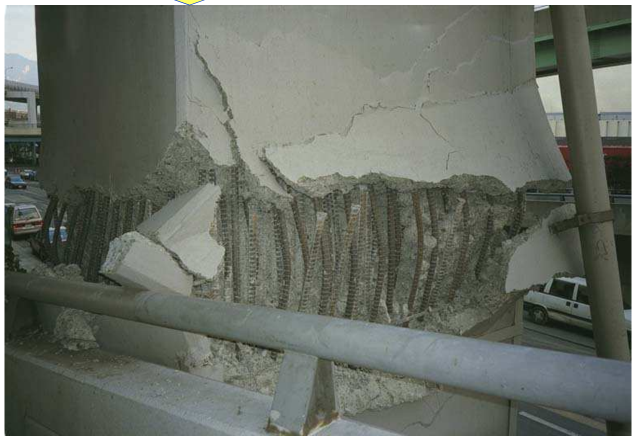


Çok seyrek, yetersiz sargı

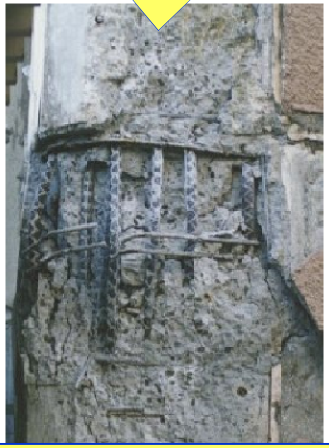
Etriye adımı fazla olduğundan kolon patlamış ve boyuna donatılar burkulmuş



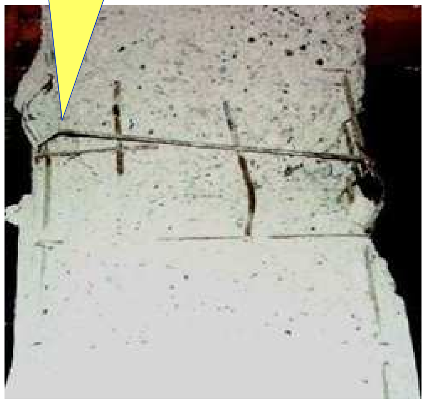
Etriye adımı fazla olduğundan boyuna donatılar burkulmuş. Boyuna donatı ne kadar çok olursa olsun, sargı yetersiz ise kolon patlar.



Etriyeler boyuna donatılara sıkıca bağlanmadığından betonlama sırasında yer değiştirmişler. Ayrıca kanca yok!



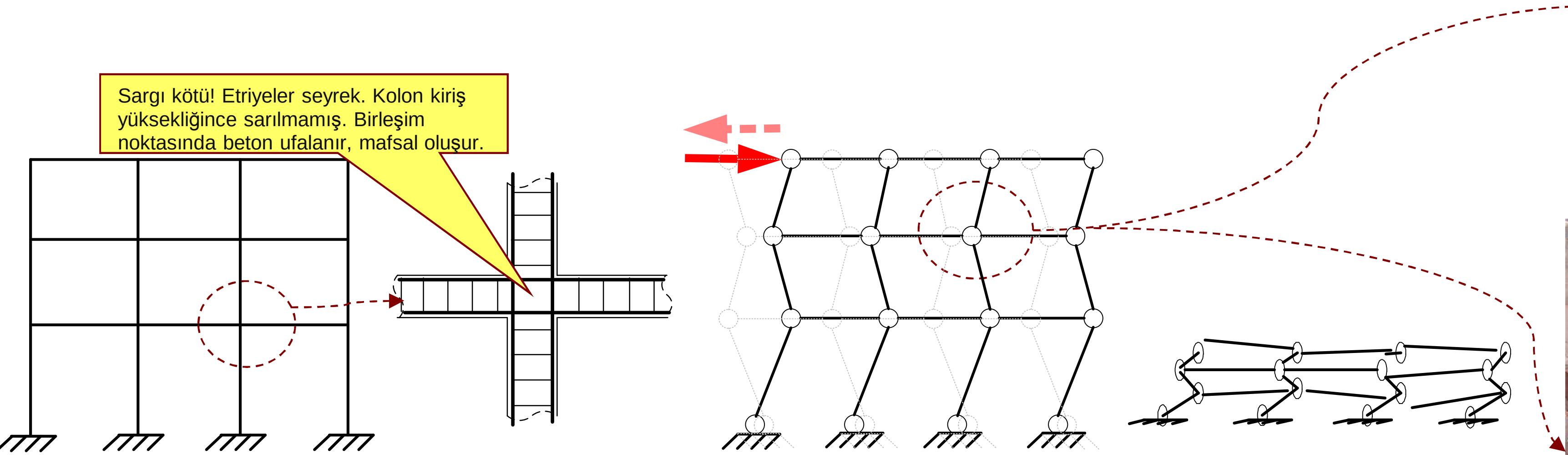
Kancasız etriye açılmış



- **Sargı (etriye veya fret) adımı fazla ise, beton şişer, ezilir, ufalanır, dökülür.**
- **Etriye kolu serbest açıklığı fazla ise, etriye dışarıya doğru bombelenir, etkinliği azalır ve yanal basınç düşer.**
- **Kancasız etriye açılır, betondan sıyrılır, sargı etkisi tamamen kaybolur.**
- **Basınç altındaki donatılar dışarı doğru burkulur.**
- **Sonuçta kolon kırılır. Kırılma genellikle kolonun alt ve üst ucunda olur.**

Sargı yetersiz ise ne olur?

Kolon-kiriş birleşim noktaları özenli sarılmayan yapı yıkılır!

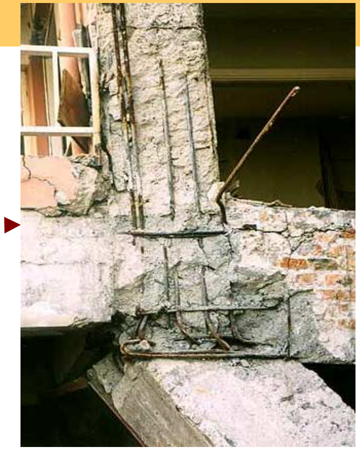


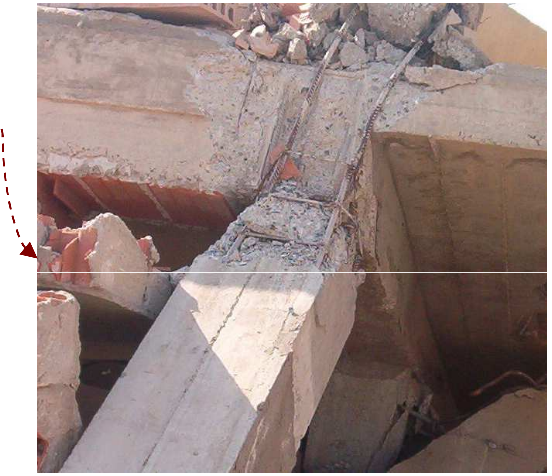
Sargı kötü! Etriyeler seyrek. Kolon kiriş yüksekliğince sarılmamış. Birleşim noktasında beton ufalanır, mafsal oluşur.

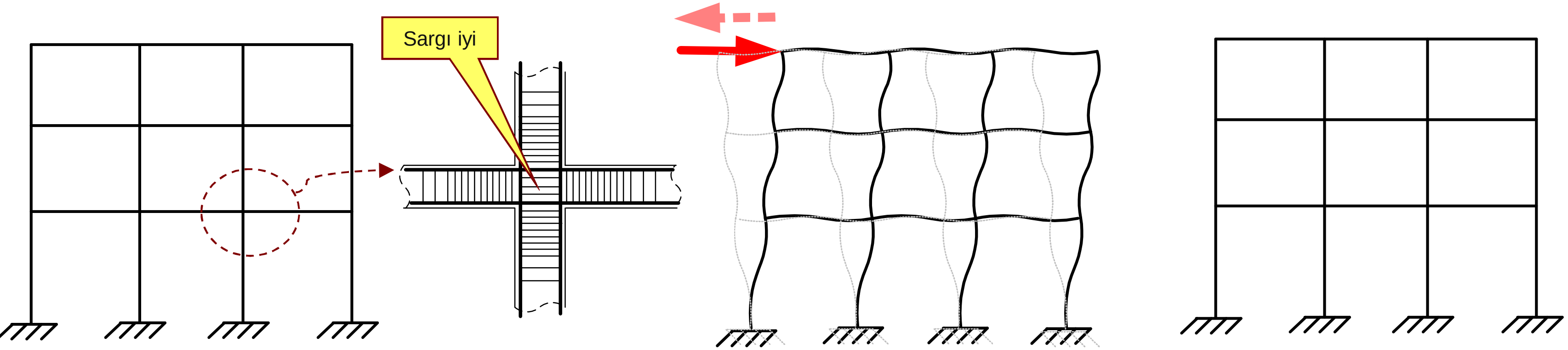
Deprem öncesi

Deprem anında

Deprem sonrası







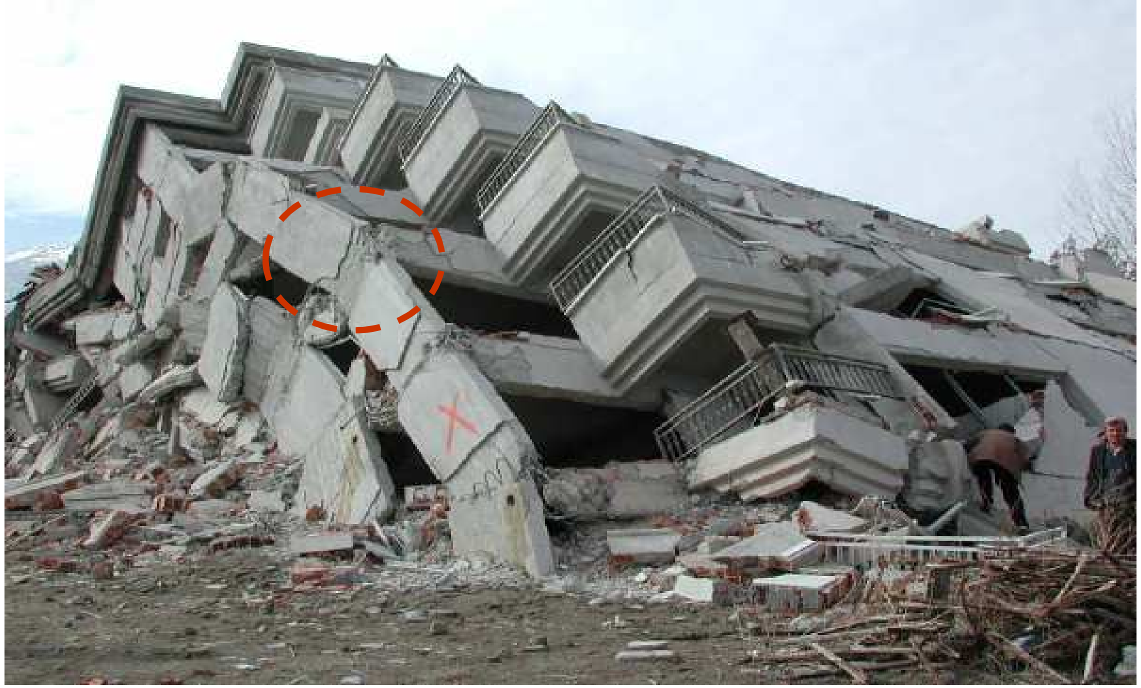
Sargı iyi

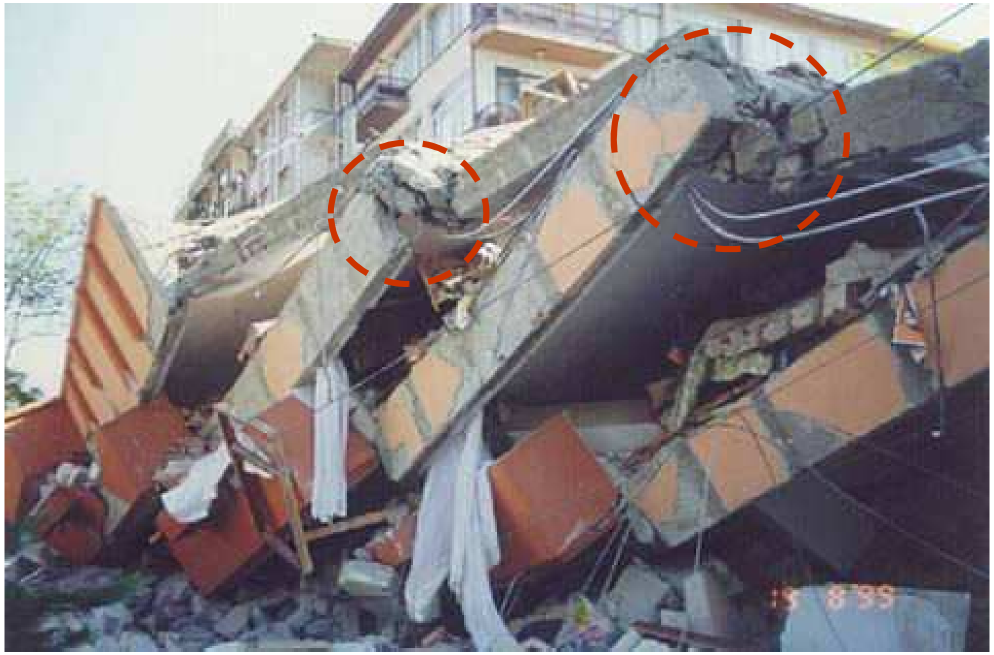
Deprem öncesi

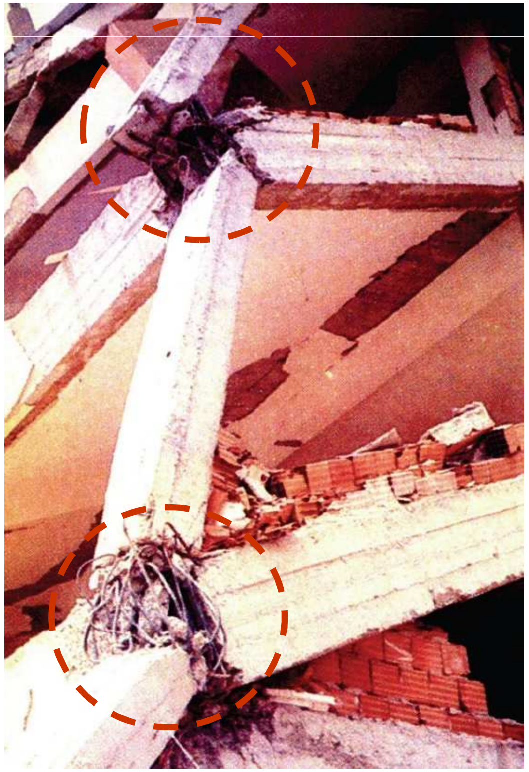
Deprem anında

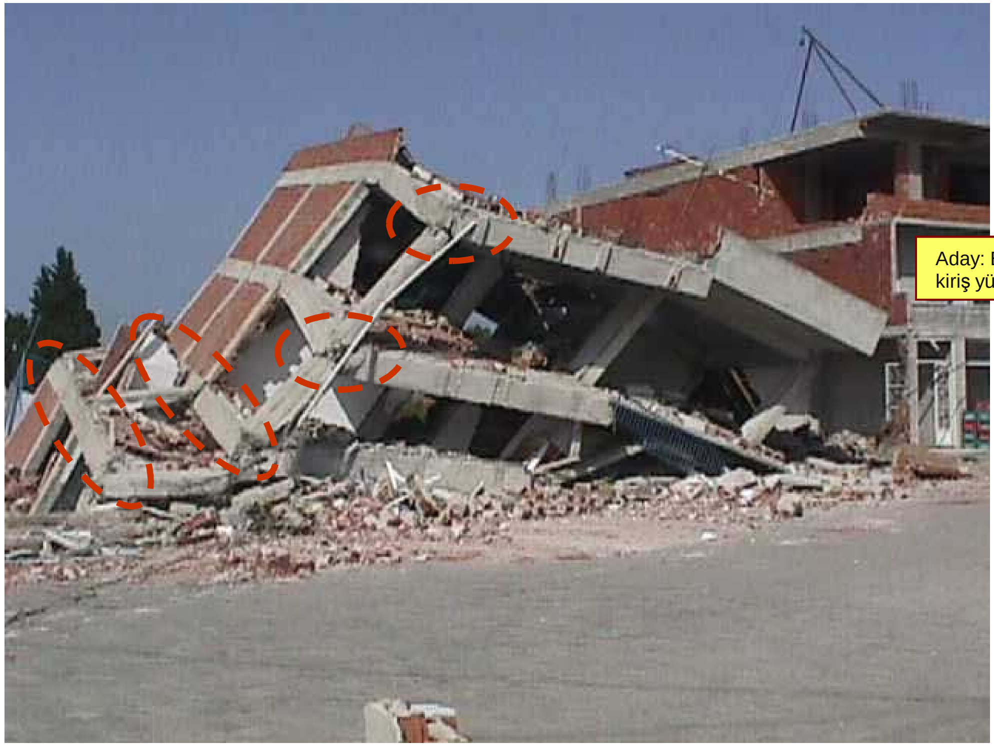
Deprem sonrası

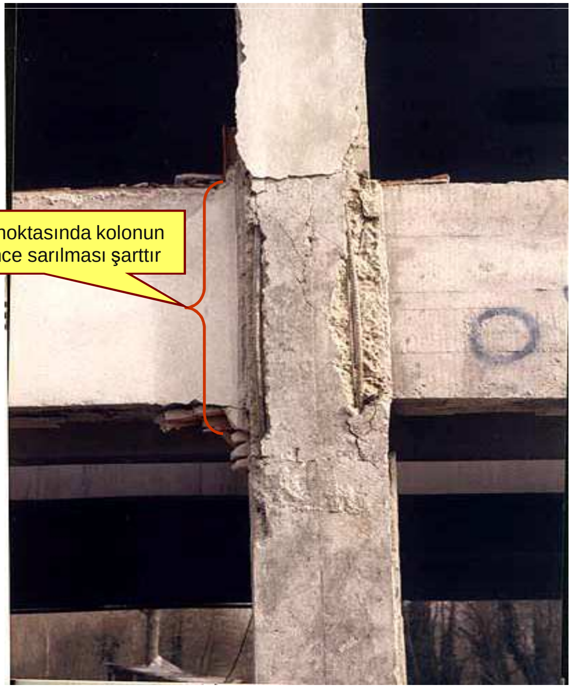
Ahmet TOPÇU, Betonarme I, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, 2015, http://mmf2.ogu.edu.tr/atopcu



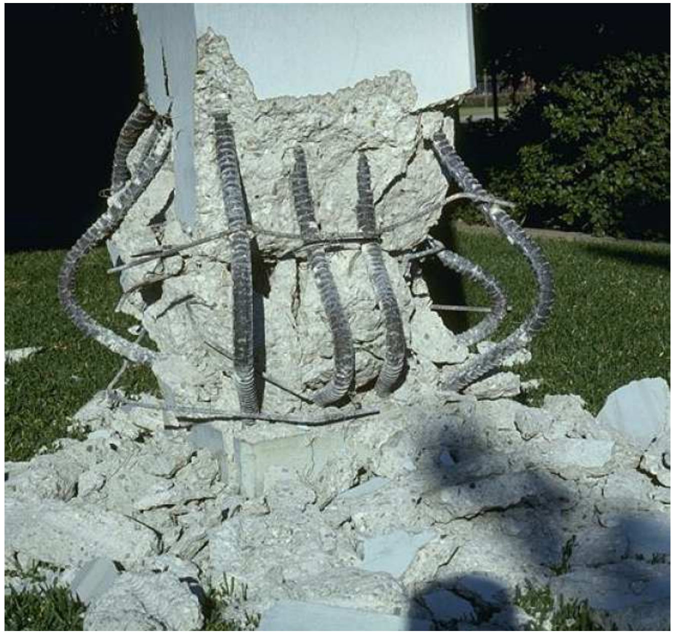


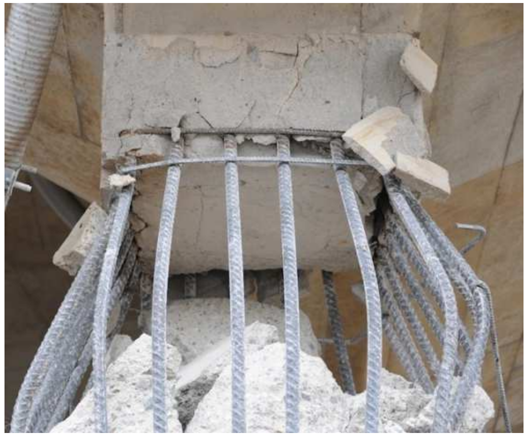


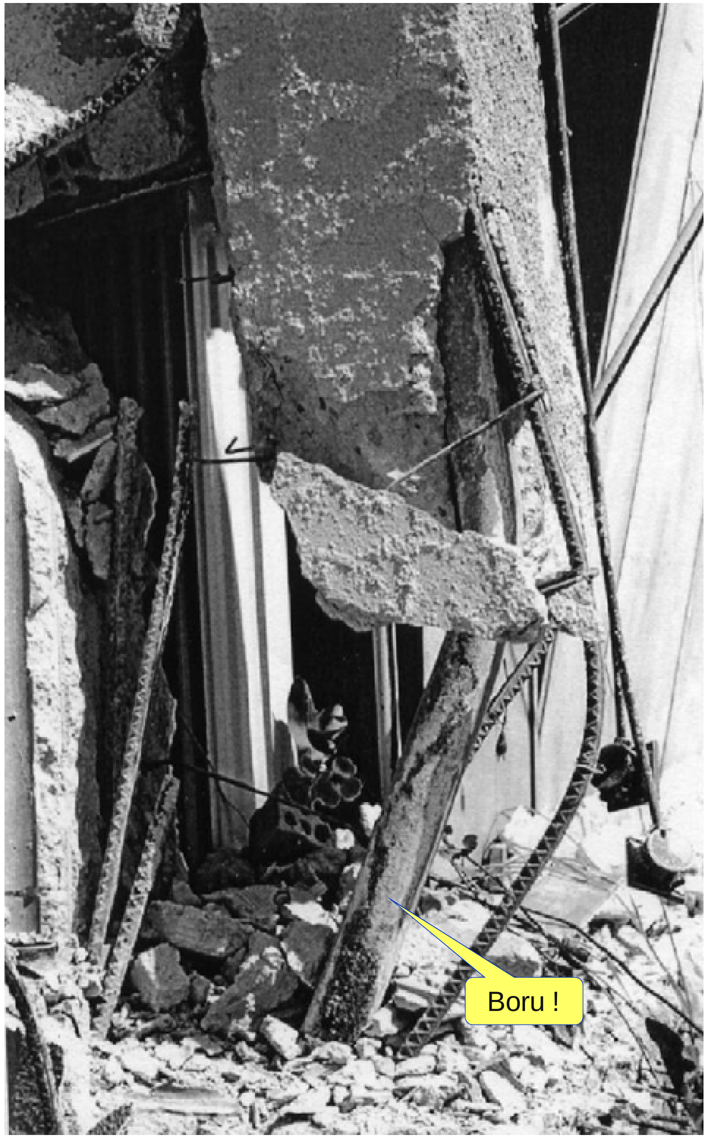


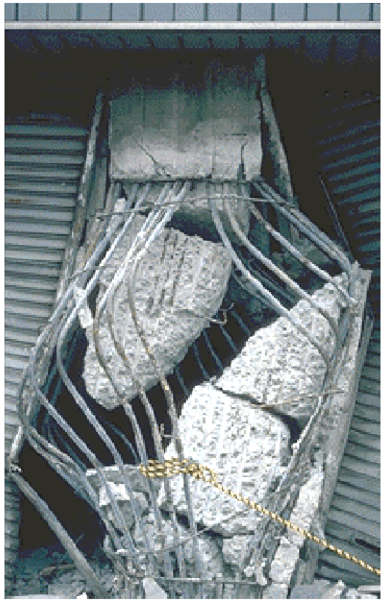


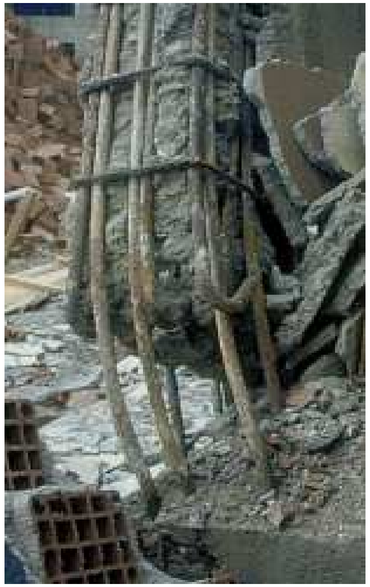
Aday: Birleşim noktasında kolonun kiriş yüksekliğince sarılması şarttır

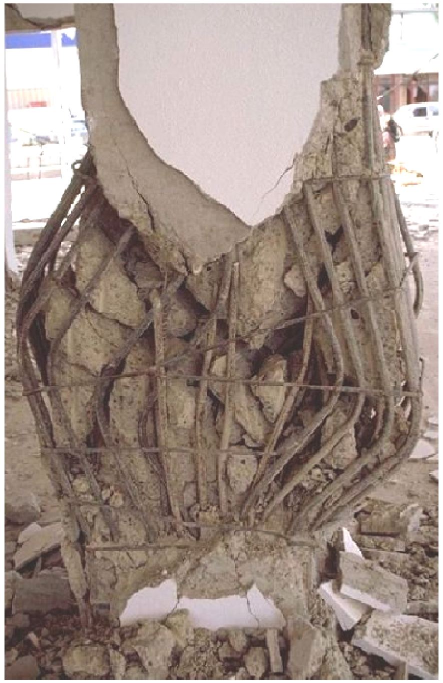




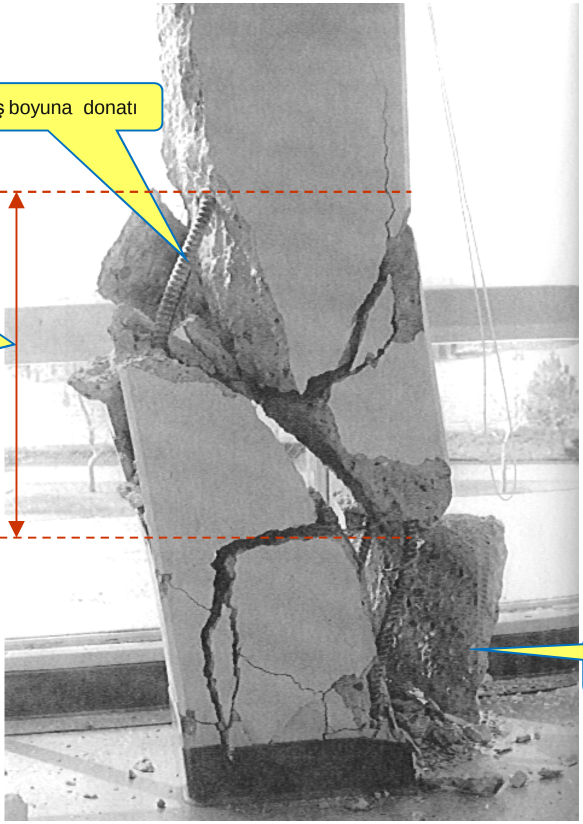


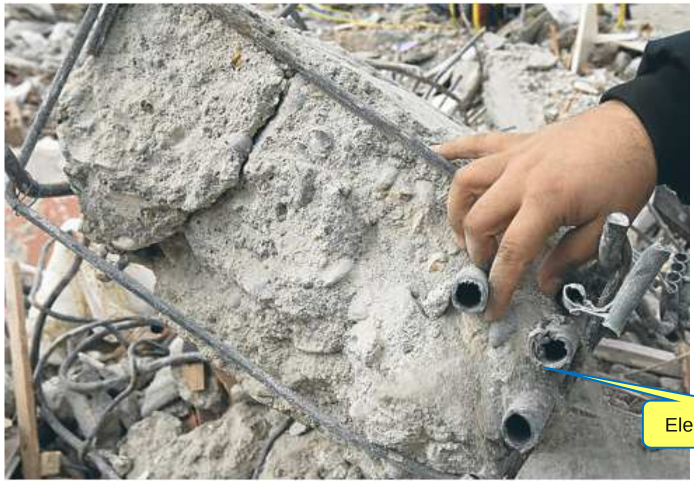






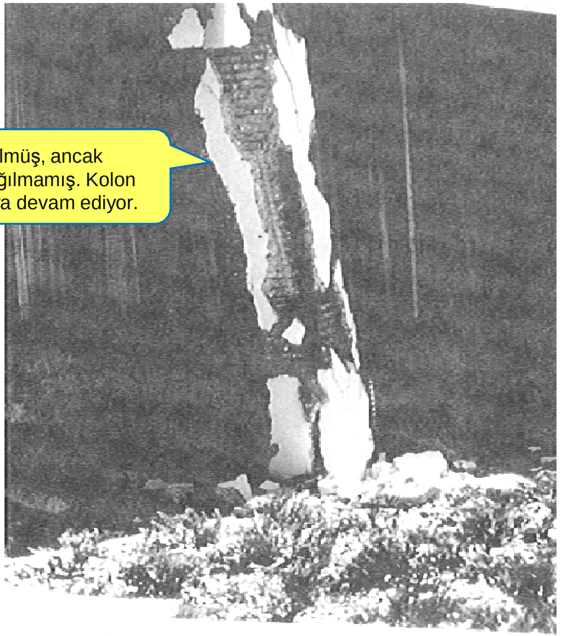
Hasarlı kolonların tümünde sargı aralıklarının çok fazla olduğuna, sargının açıldığına veya koptuğuna dikkat ediniz.


Burkulmuş boyuna donatı
Etriye adımı çok fazla
Etriye sıklaştırması yapılmamış

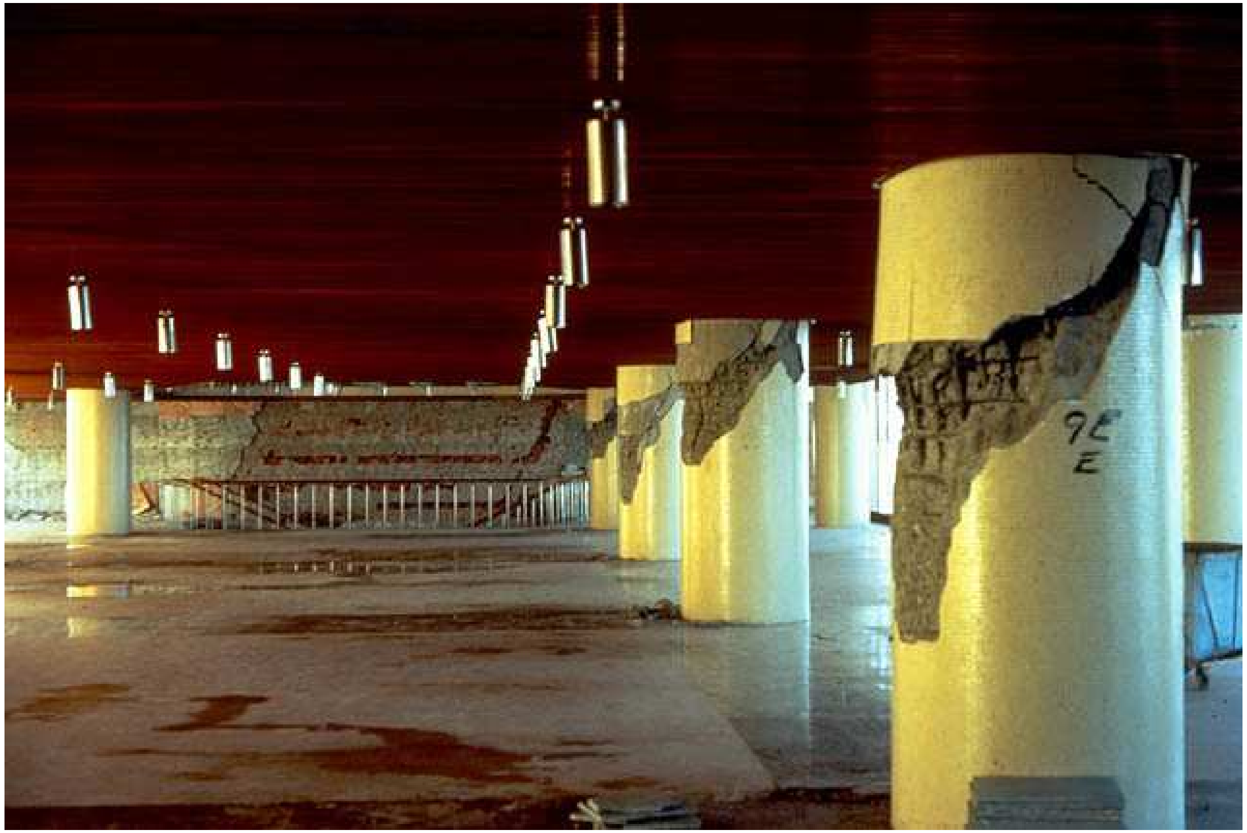

Elektrik boruları

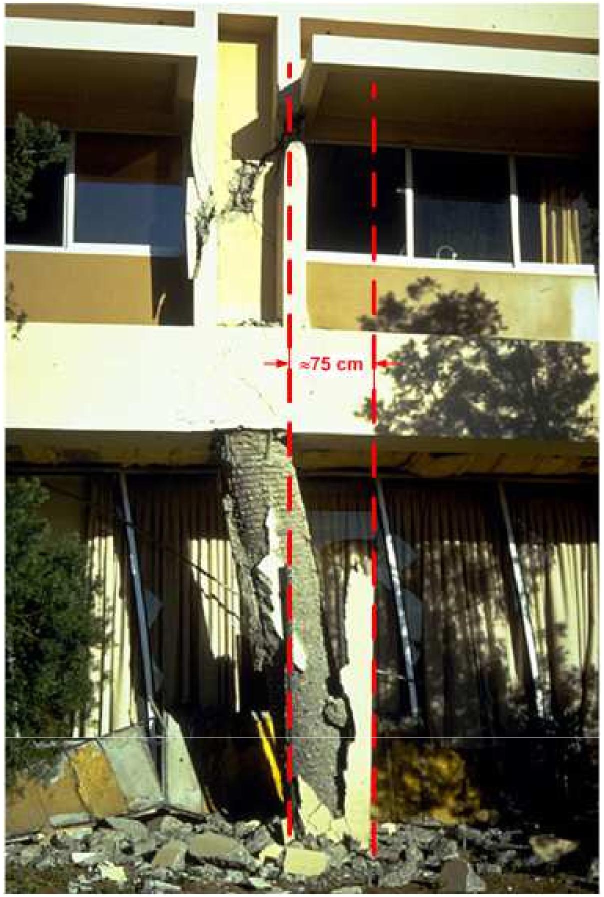
Depremde yıkılmış bir binanın kolonu: Sadece dört boyuna donatı var. Boyuna donatılar nervürsüz. Etriye bombelenme boyu çok fazla. Etriye kancası yok. Beton kalıtesiz.

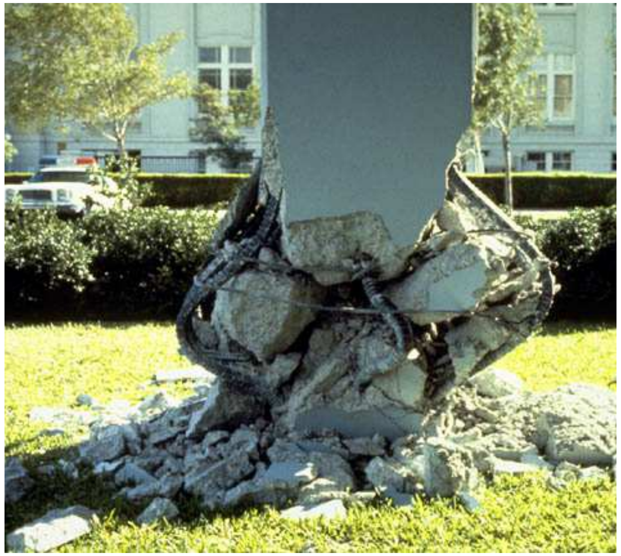
Sünek davranış örneği: Hasar görmüş, fakat çok sünek davranış göstermiş etriyeli kolonlar


Kabuk dökülmüş, ancak çekirdek dağılmamış. Kolon yük taşımaya devam ediyor.

Sünek davranış örneği: Hasar görmüş fakat sünek davranmış fretli kolon



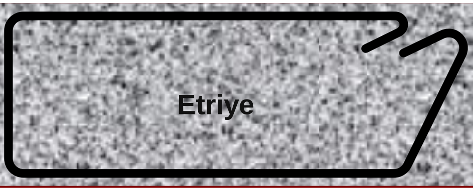


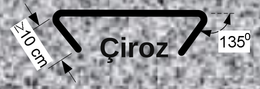


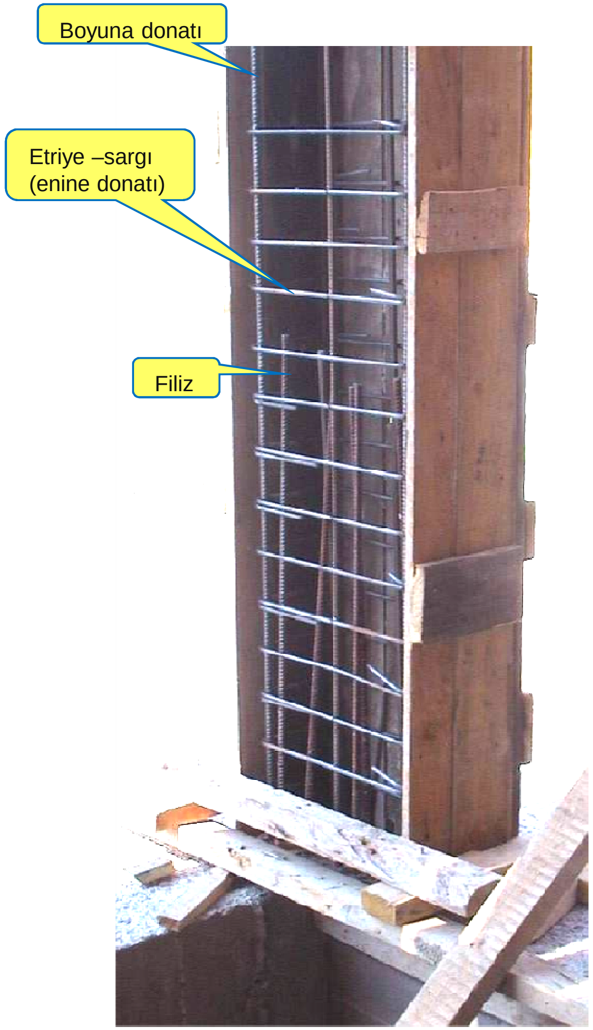
Sargı (ÖZET):

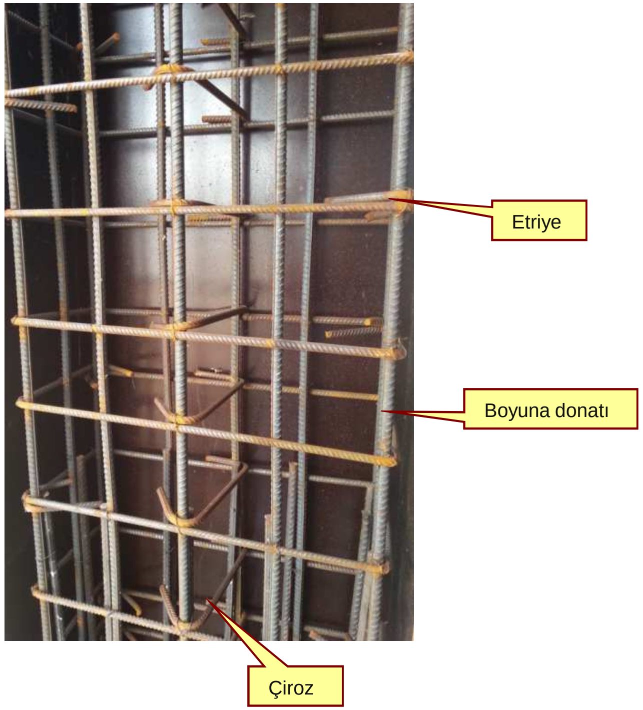
- Sargı, dayanımı ve sünekliği artırır.
- Fret en etkili sargı donatısıdır.
- Etriye/fret adımı küçük tutulmalıdır.
- Etriye serbest açıklığını (bombelenme boyunu) azaltmak için gerektiğinde birden çok etriye ve/veya çiroz kullanılmalıdır.
- Kalın etriye/fret davranışı olumlu etkiler.

KOLON
Sargı Örnekleri




≥10 cm
Çiroz
135°

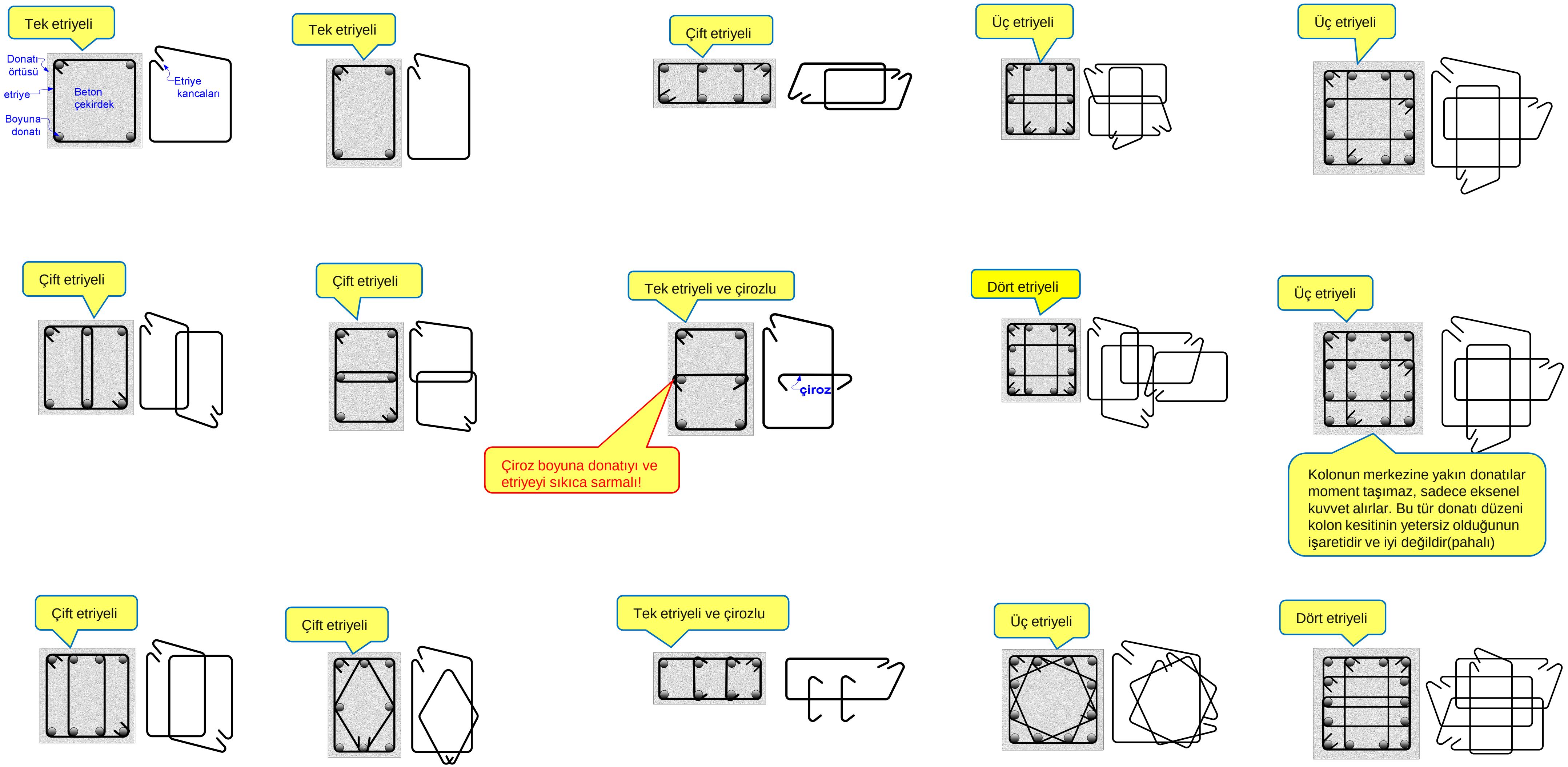

Boyuna donatı
Etriye –sargı
(enine donatı)
Filiz


Etriye
Boyuna donatı
Çiroz

Kolonlarda sargı çok daha önemlidir. Çünkü kolon çok yüksek basınç etkisindedir ve şişerek patlama eğilimindedir. Patlamayı önlemenin tek yolu kolon boyutunda cömert davranmak ve kolonu özenle sarmaktır.

Burada verilen çizimler; uygulamada çok kullanılan kolon kesit tiplerinde boyuna donatı ve sargının (etriye, fret ve çirozlar) nasıl düzenlendiğini gösteren örneklerdir.

Boyuna donatıların her birinin etriye, fret ve/veya çirozlar ile tutulduğuna dikkat ediniz. Poisson etkisiyle enine genişlemek isteyen beton, boyuna donatılardan hiçbirini kesit dışına itemeyecektir.


Tek etriyeli
Donatı örtüsü
etriye
Boyuna donatı
Beton çekirdek
Etriye kancaları
Tek etriyeli
Çift etriyeli
Üç etriyeli
Üç etriyeli
Çift etriyeli
Çift etriyeli
Tek etriyeli ve çirozlu
çiroz
Dört etriyeli
Üç etriyeli
Çift etriyeli
Çift etriyeli
Tek etriyeli ve çirozlu
Üç etriyeli
Dört etriyeli

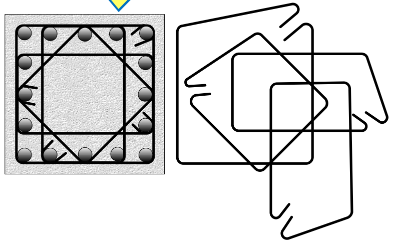
Çiroz boyuna donatıyı ve etriyeyi sıkıca sarmalı!

Kolonun merkezine yakın donatılar moment taşımaz, sadece eksenel kuvvet alırlar. Bu tür donatı düzeni kolon kesitinin yetersiz olduğunun işaretidir ve iyi değildir(pahalı)

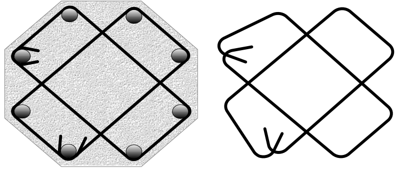
Temel kurallar:

- Kolonun her köşesinde en az bir boyuna donatı olmalı.
- Kesit simetrik ise donatı da simetrik yerleştirilmelidir
- Etriyenin her köşesinde en az bir boyuna donatı olmalı
- Boyuna donatı aralığı fazla olmamalı, 15 cm civarında olmalı
- Etriye kolu bombelenme boyu elden geldiğince kısa olmalı (en fazla 15-30 cm civarı)
- Etriye ve çiroz uçları 135^0 kıvrılarak beton çekirdeğine saplanmalı
- Etriye ağzı hem kesit içinde hem de kolon yüksekliğince şaşırtmalı düzenlenmeli.
- Bazı durumlarda etriye ve çiroz birlikte kullanılır. Çiroz, hem etriye hem de boyuna donatıyı sarmalıdır
- **Sargı ve boyuna donatılar, aralarında boşluk kalmayacak şekilde, sıkıca birbirine bağlanmalıdır**

Dört etriyeli

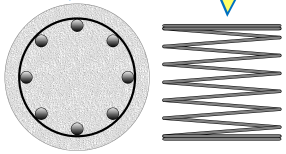


Etriyeli sekizgen kolon

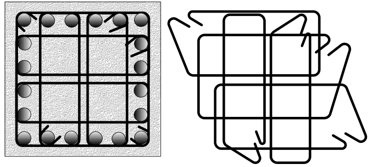


Fretli

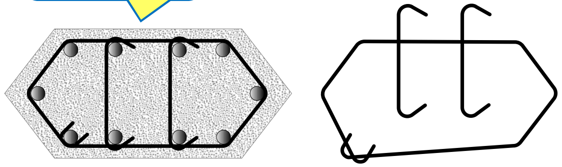
Fret



Beş etriyeli

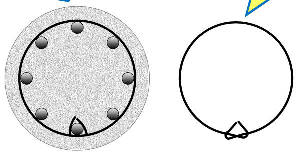


Etriyeli-çirozlu
altıgen kolon

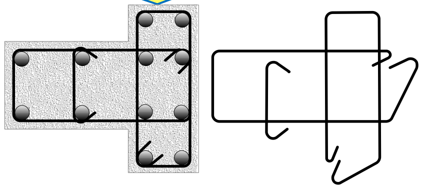


Etriyeli dairesel kolon

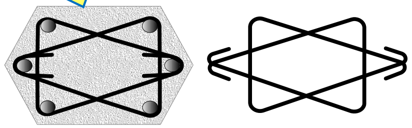
Etriye



İki etriyeli ve çirozlu

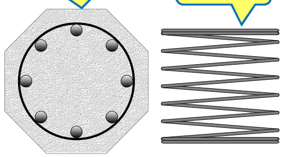


Etriyeli altıgen kolon

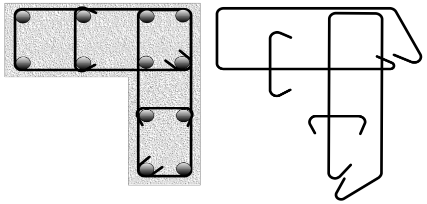


Fretli sekizgen kolon

Fret



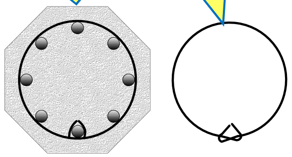
İki etriyeli ve çirozlu



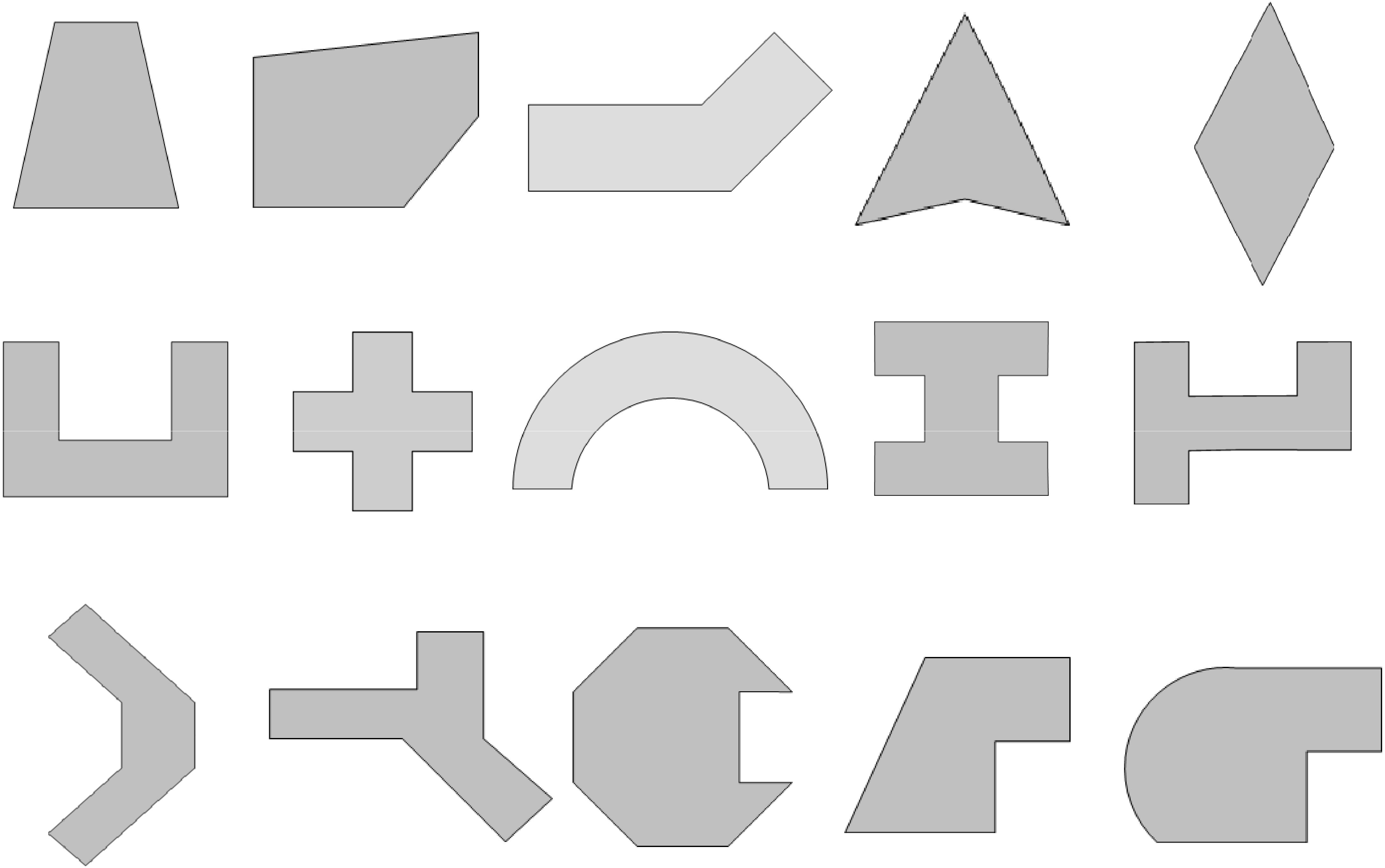
Sargı kolonun kemeridir!

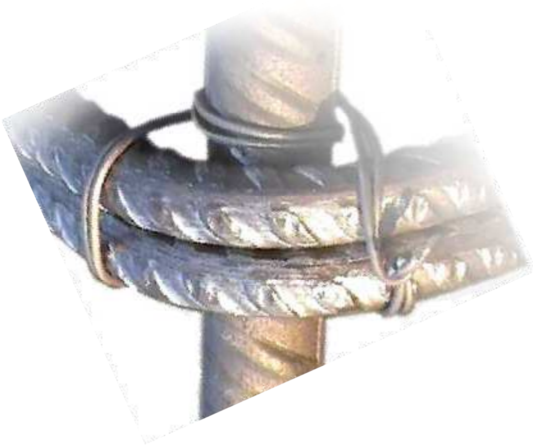
Etriyeli sekizgen kolon

Etriye



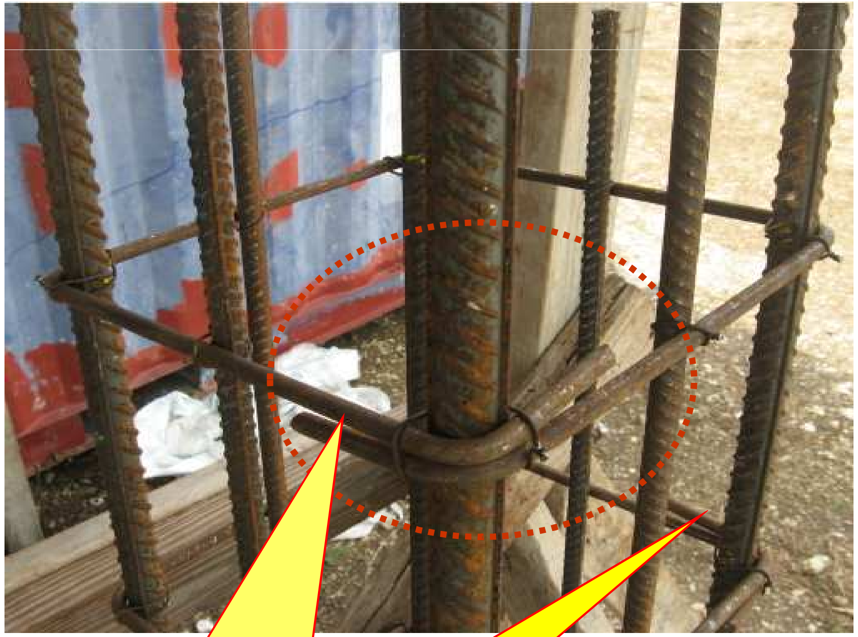
Uygulama: aşağıdaki kolon kesitleri için boyuna donatı ve sargı öneriniz





Sargı donatısı betonlama sırasında yer değiştirmeyecek şekilde tel ile özenli ve sıkı bağlanmalıdır! Bağ telinin görevi sadece donatıların yer değiştirmesini önlemektir. Bu teller yük taşımaz!

Video: Demir bağlama makinesi



Hatalı etriye uygulaması:
Etriye kancaları 135^0 kıvrılarak beton içine saplanmamış, kolayca açılacaktır!

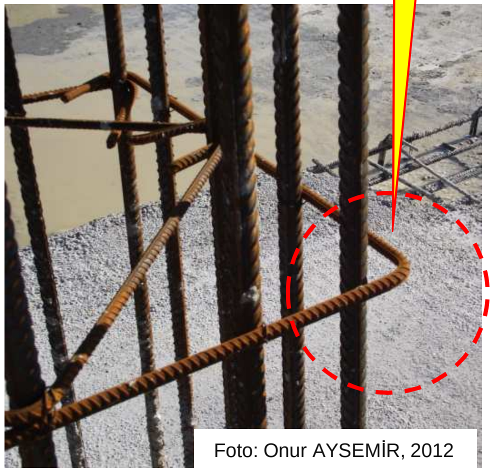
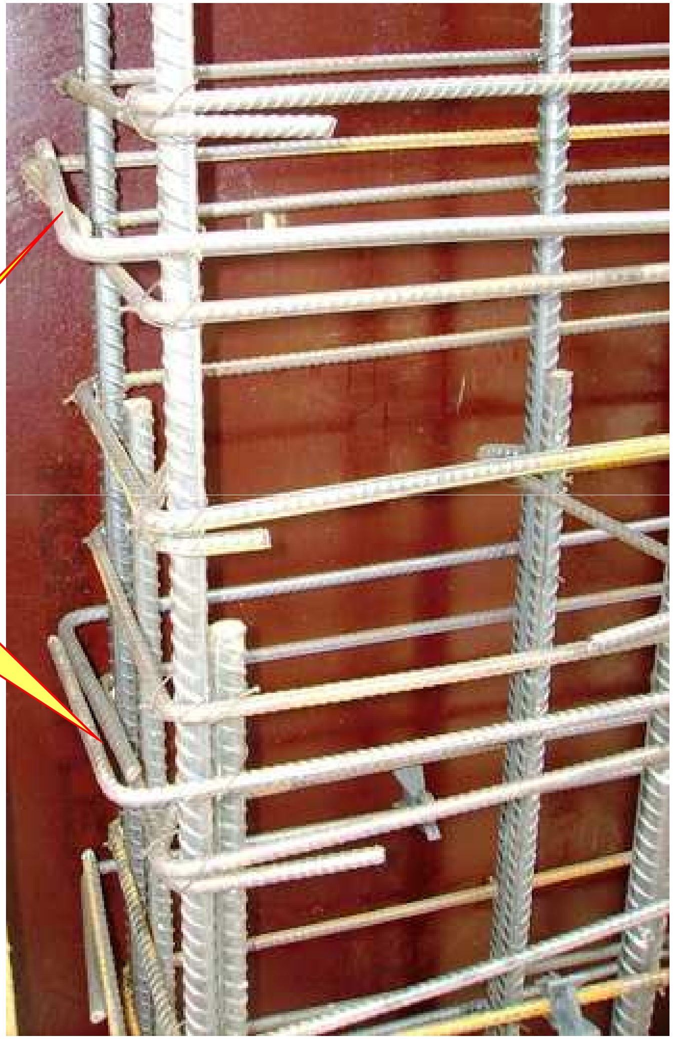


Foto: Onur AYSEMİR, 2012

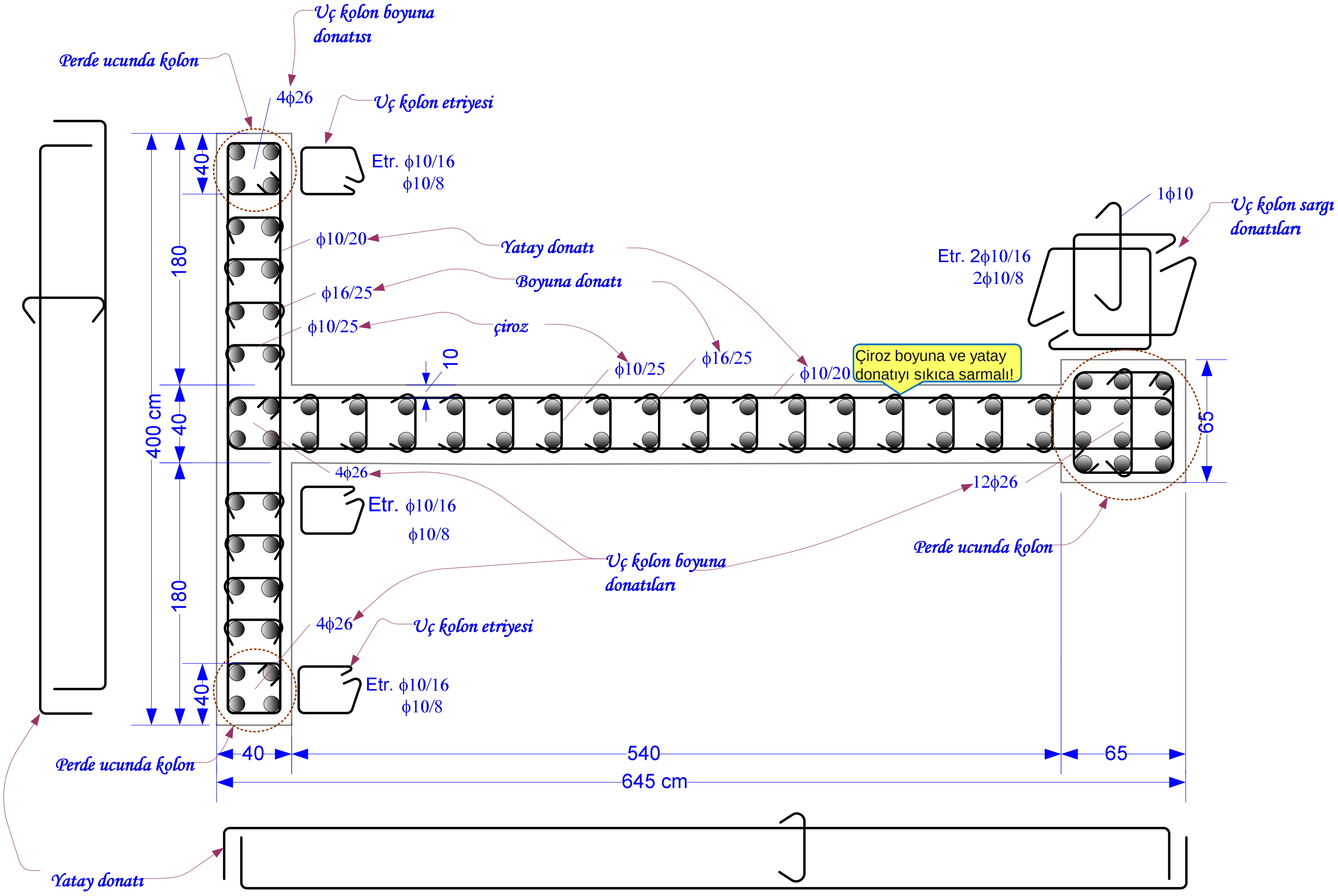
Boyuna donatıları sıkıca kavramayan ve kancasız etriyenin hiçbir yararı yoktur.

Çok kötü bir üretim örneği



http://img522.imageshack.us/img522/3715/pict0024wk0.jpg

CELEP, Z., S. 323

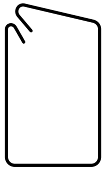

Uç kolon boyuna donatısı
Perde ucunda kolon
4ϕ26
Uç kolon etriyesi
Etr. ϕ10/16
ϕ10/8
ϕ10/20
Yatay donatı
ϕ16/25
Boyuna donatı
ϕ10/25
çiroz
10
ϕ10/25
ϕ16/25
ϕ10/20
1ϕ10
Uç kolon sargı donatıları
Etr. 2ϕ10/16
2ϕ10/8
40
180
400 cm
40
180
40
65
4ϕ26
Etr. ϕ10/16
ϕ10/8
12ϕ26
Perde ucunda kolon
Uç kolon boyuna donatıları
4ϕ26
Uç kolon etriyesi
Etr. ϕ10/16
ϕ10/8
Perde ucunda kolon
40
540
65
645 cm
Yatay donatı

Çiroz boyuna ve yatay donatıyı sıkıca sarmalı!

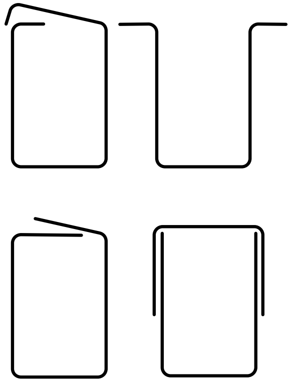
Bir perde (betonarme duvar) kesitinin donatı detayı

Depremde perde uçlarında büyük çekme ve basınç kuvveti oluşur. Perde uçlarında boyuna donatılar sarılarak kolon oluşturulmak zorundadır(DY-2007, Madde 3.6.5)

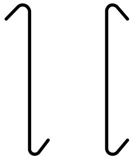
Etriye/çiroz-doğru/yanlış



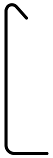
Doğru: Etriye kancalı olmalıdır.Aksi taktirde açılır.



Yanlış: Bu etriyeler kolayca açılacağı için çok sakıncalıdır, kullanılmamalıdır.

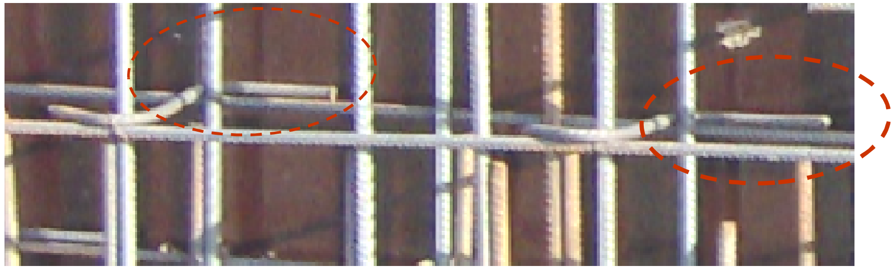


Doğru: Çirozun iki ucu da kancalı olmalıdır. İşçiliği zor olduğundan uygulamada sevilmez.

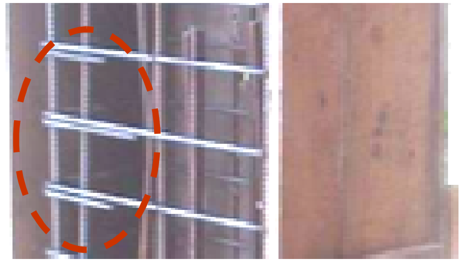


Yanlış: Bir ucu 90^0 kancalı çiroza Deprem yönetmeliği izin vermektedir. İşçiliği kolaydır, fakat önerilmez. **Kullanılması durumunda hem yatayda hem de düşeyde şaşırtmalı yerleştirilmelidir.**

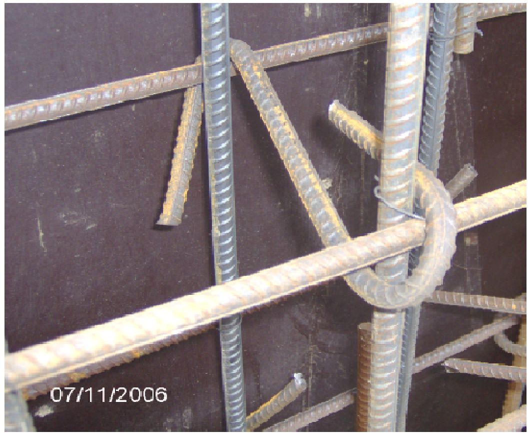
Çiroz hem boyuna donatıyı hem de yatay donatıyı sarmalı!



yanlış



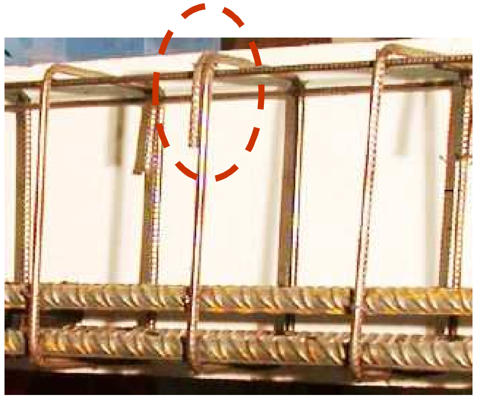
yanlış



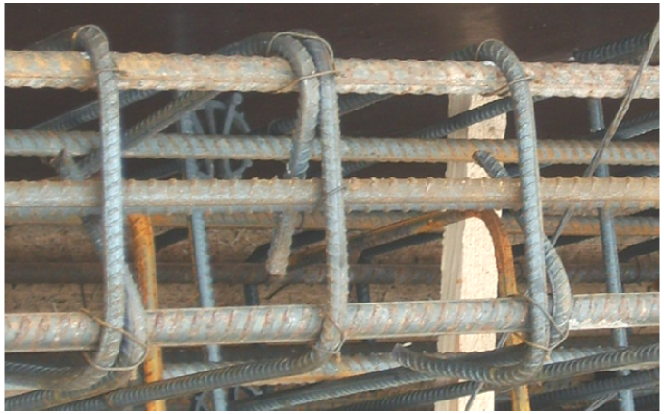
07/11/2006

doğru

doğru

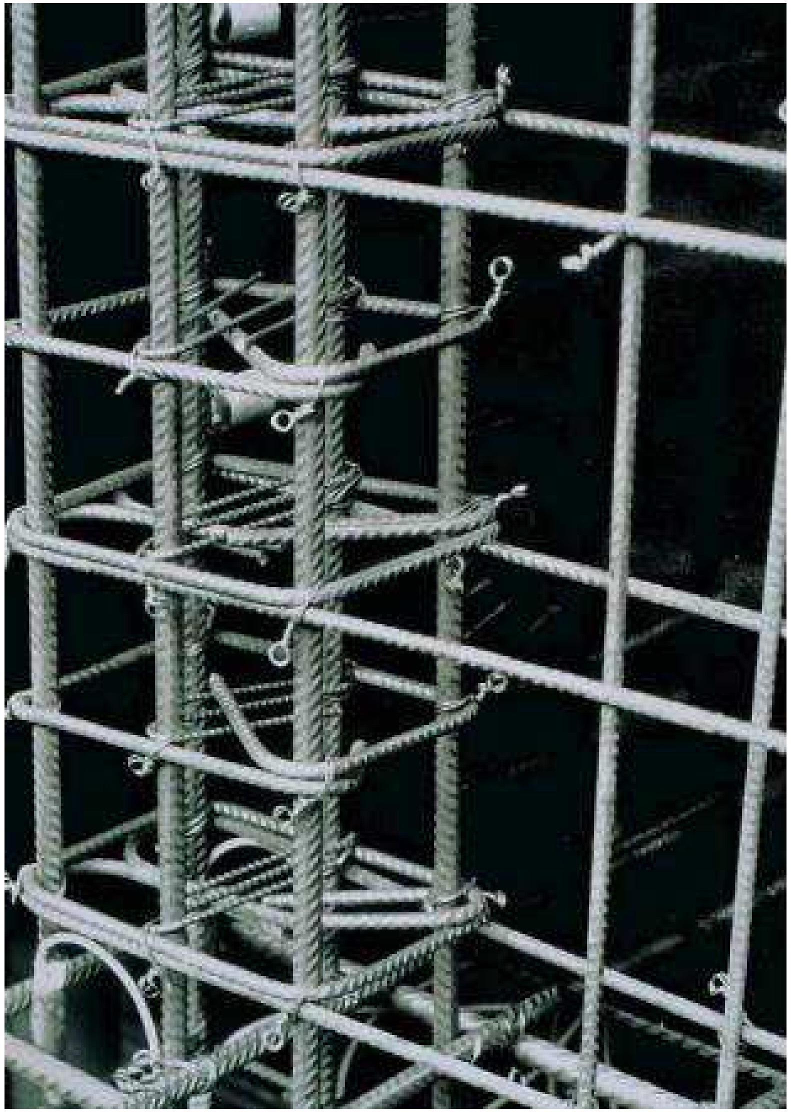


yanlış

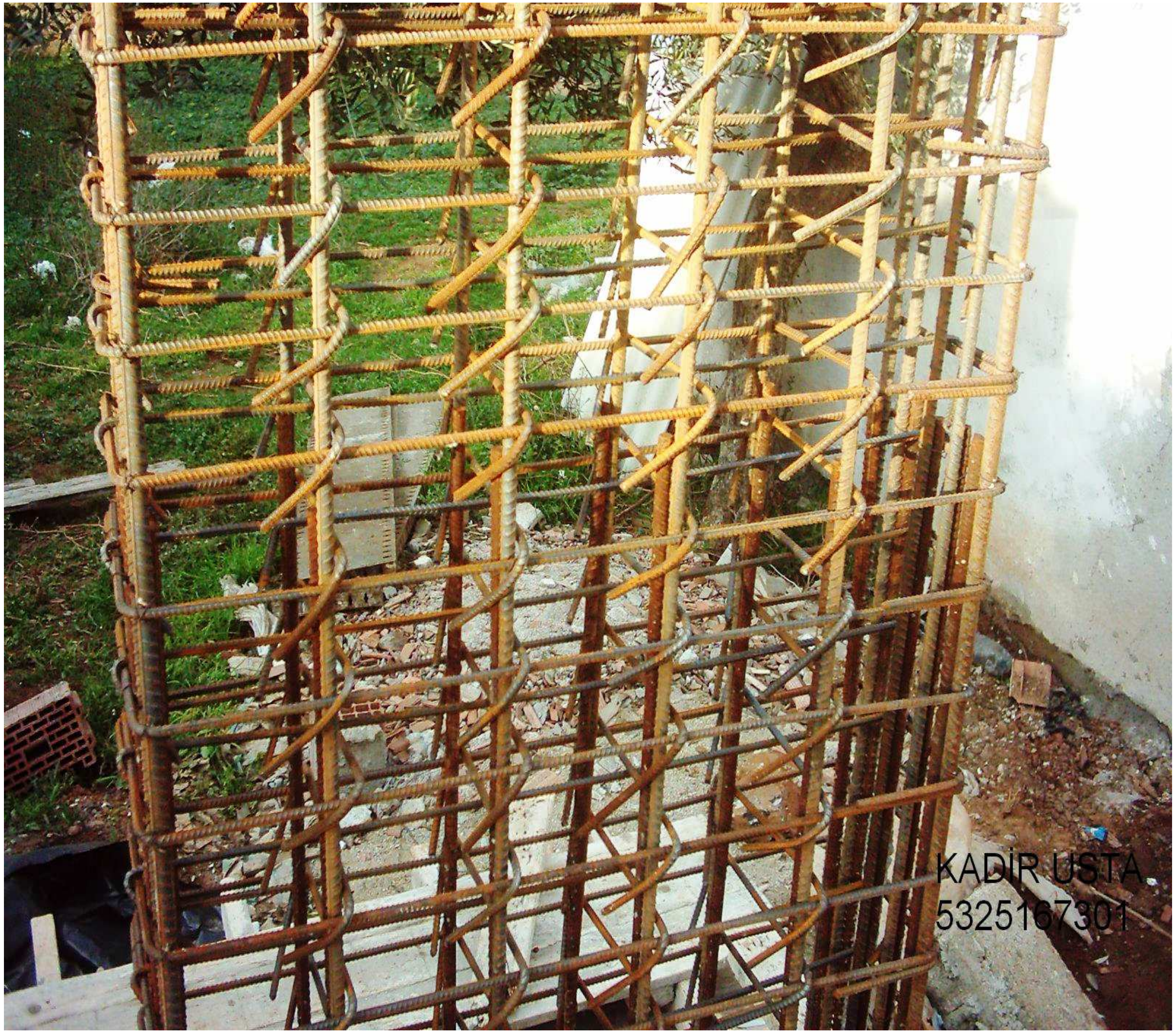


doğru

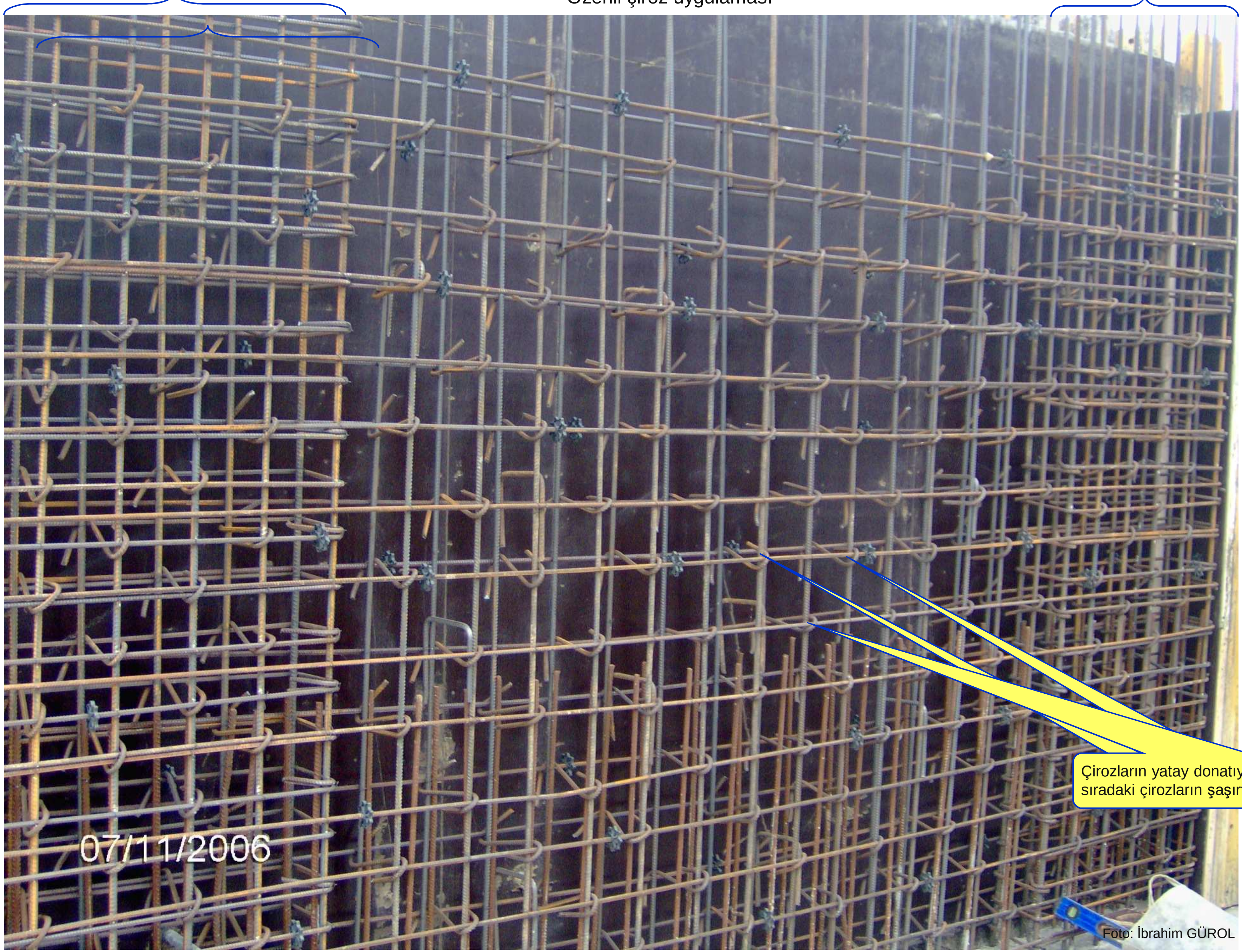
Özenli etriye ve çiroz uygulaması

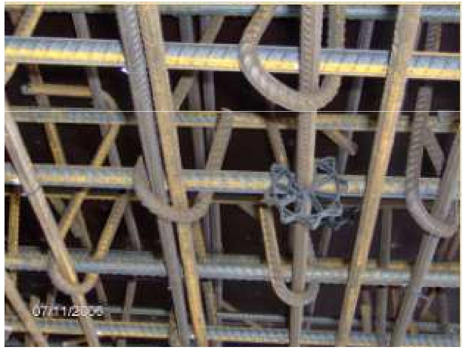


Özenli çiroz uygulaması


KADİR USTA
5325167301

Özenli çiroz uygulaması

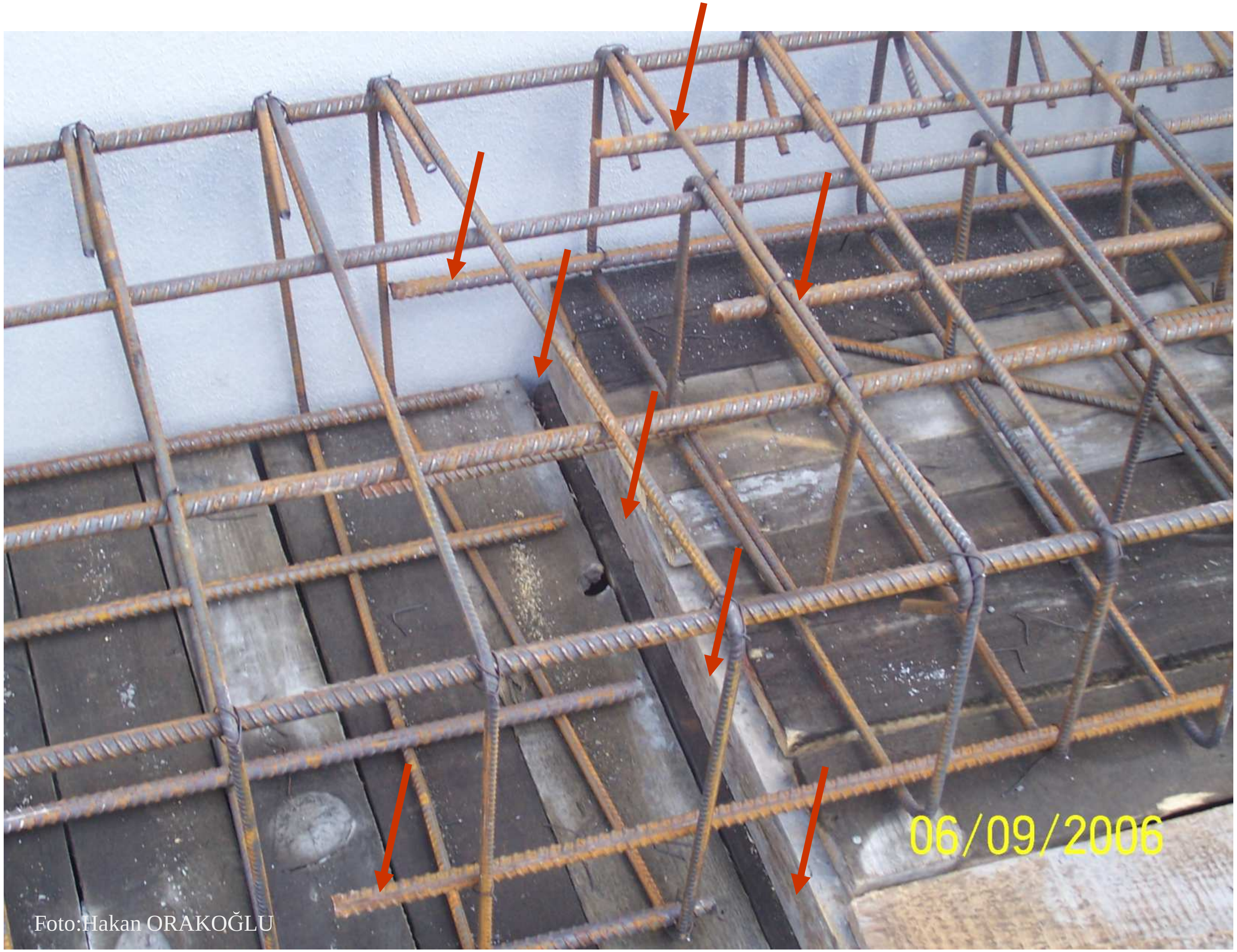

Perde ucunda kolon
Perde ucunda kolon
07/11/2006



Çirozların yatay donatıyı dıştan sıkıca sardığına alt ve üst sıradaki çirozların şaşırtmalı yerleştirildiğine dikkat ediniz.

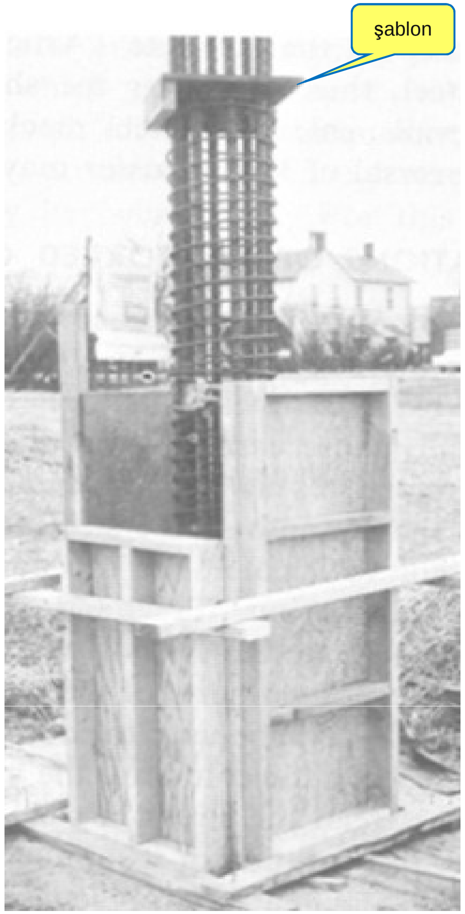
Foto: İbrahim GÜROL

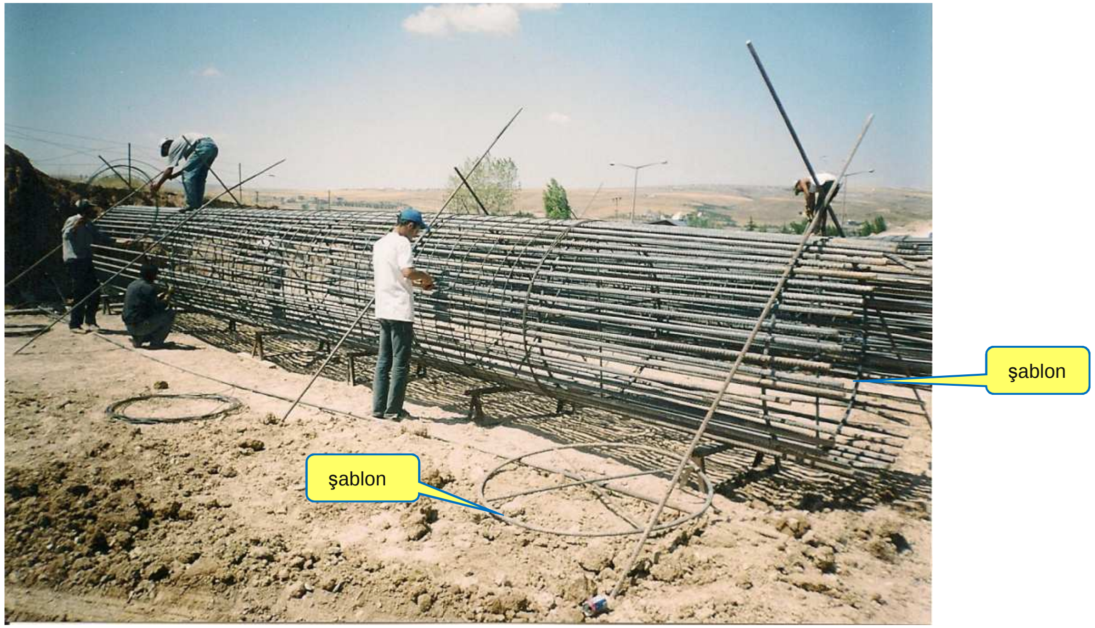
Kenetlenme betonarmenin birinci koşuludur. Olmazsa olmaz !

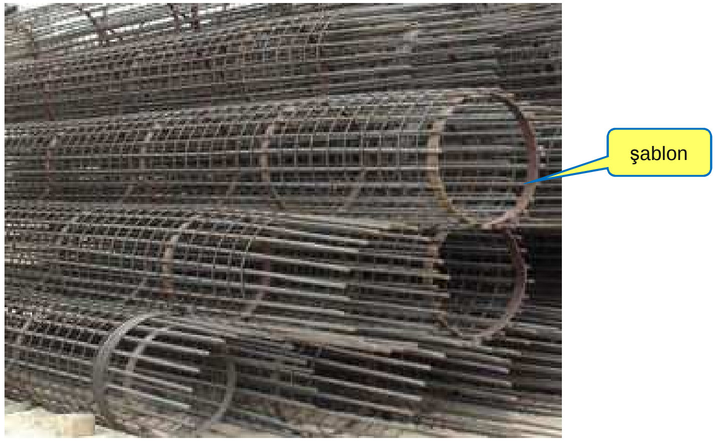

06/09/2006
Foto:Hakan ORAKOĞLU

Bu kirişin altında, bu noktada, tek bir donatı dahi yok!

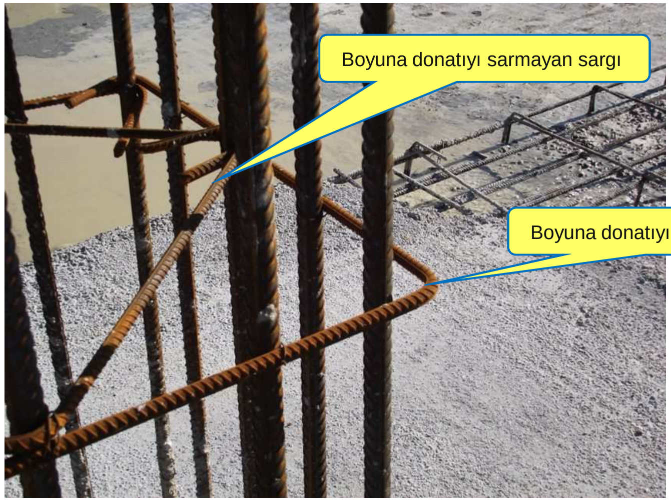
Fretli kolon (örnekler)




şablon
şablon



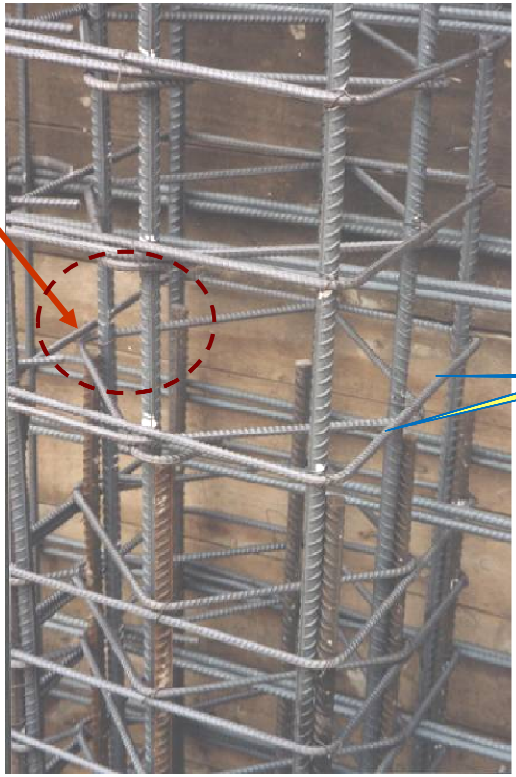
Etriyeli kolonlar(örnekler)


Boyuna donatıyı sarmayan sargı

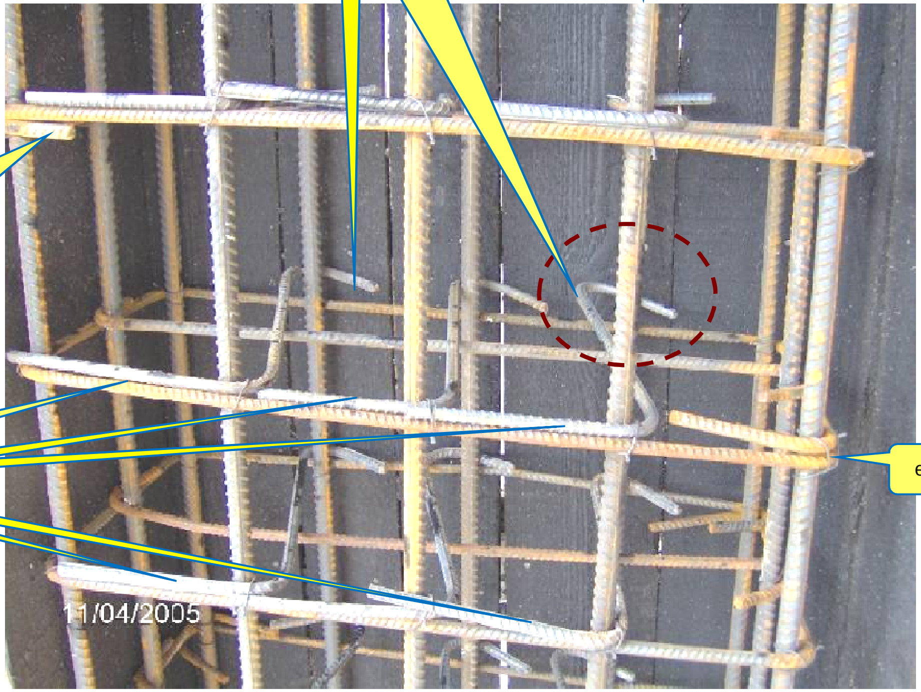
Boyuna donatıyı sarmayan sargı

Foto: Onur AYSEMİR, 2012

Kür uygulaması



etriye



Çirozlar boyuna donatıyı kavramıyor!

Boyuna donatı

Kanca çok kısa ve beton içine saplanmamış!

Çirozlar şaşırtmalı dizilmemiş!

etriye

Donatı düzeni betonun yerleştirilip sıkıştırılmasını engellememeli:

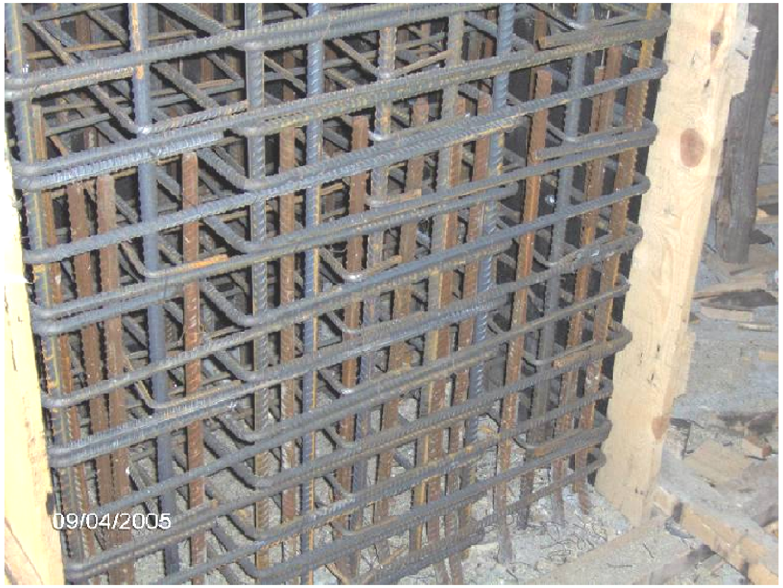
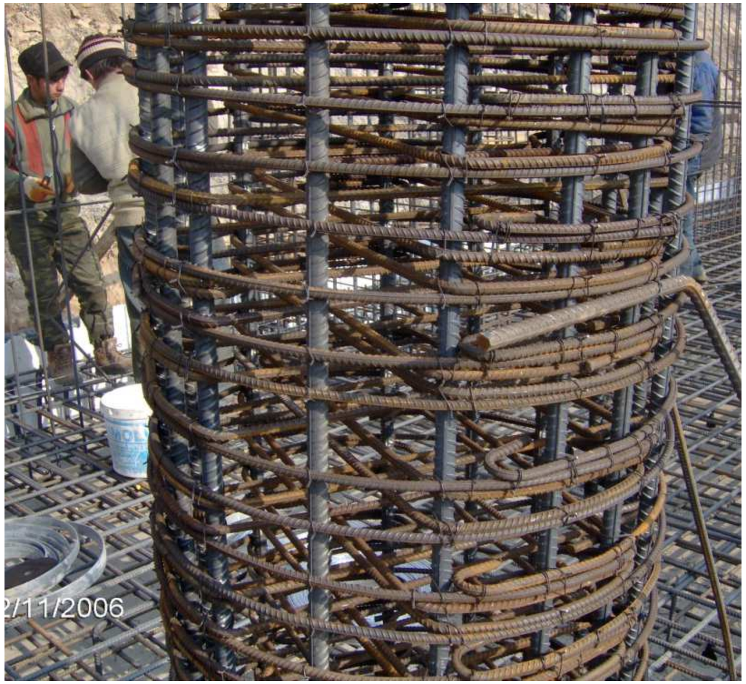
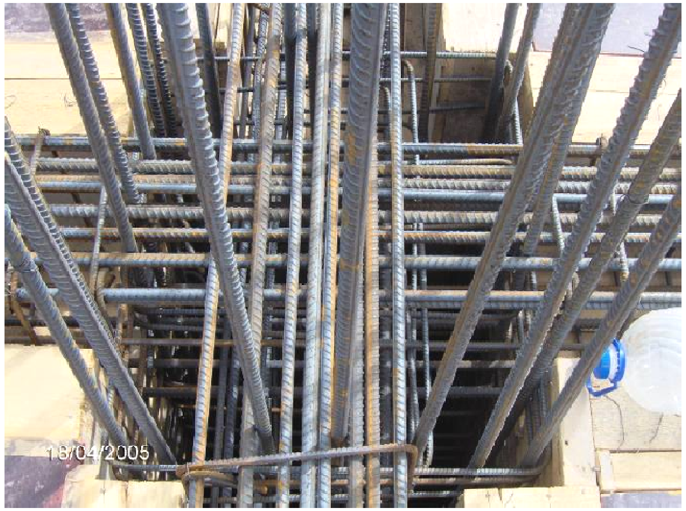
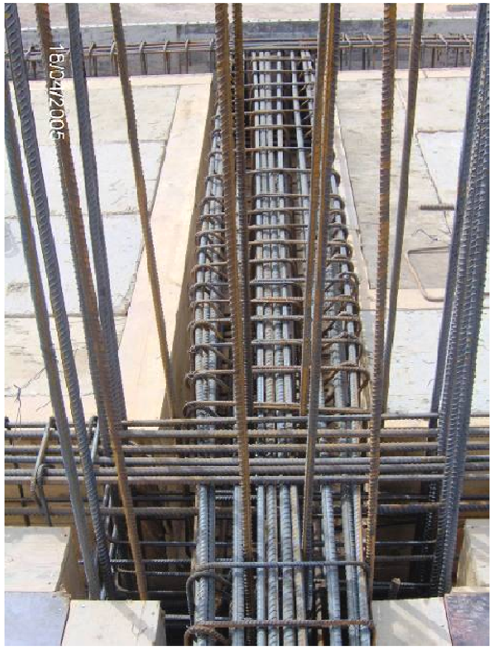


Foto: Devrim AKDAĞ, 2005







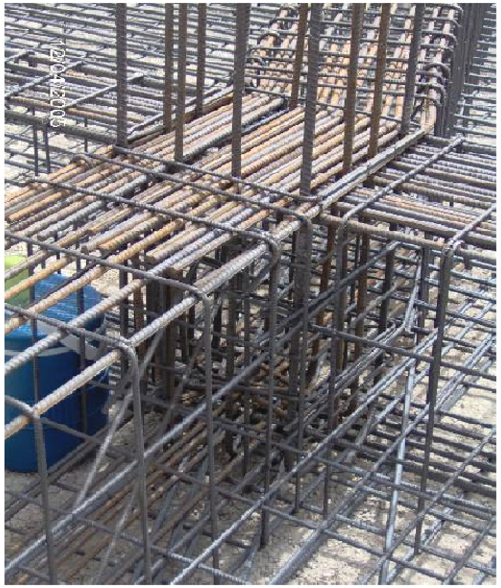


Foto: Devrim AKDAĞ, 2005

Kolonlarda beton boşlukları

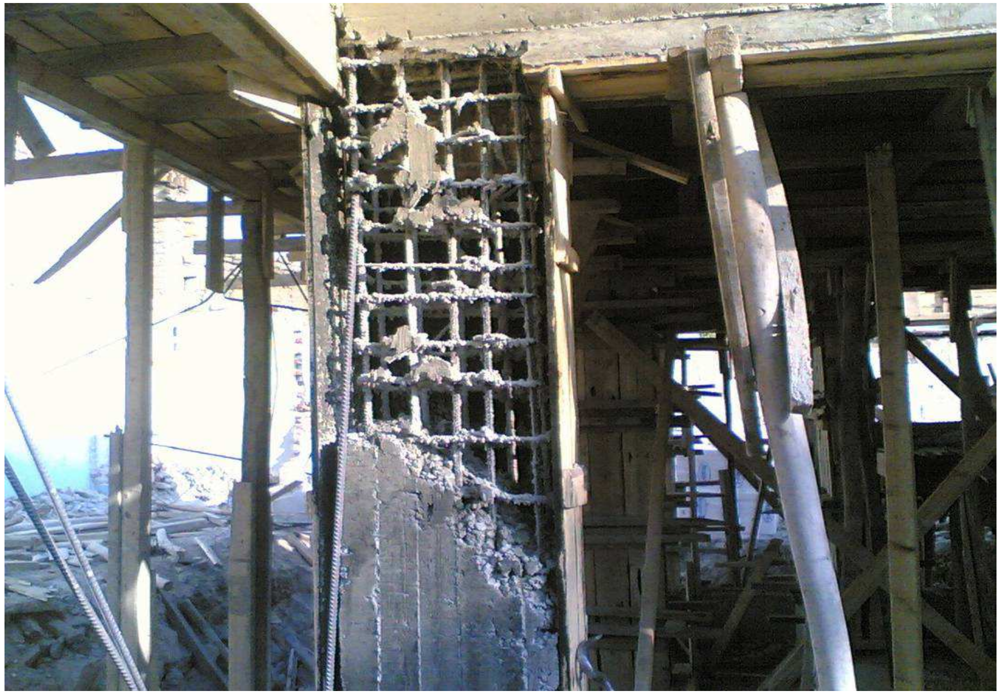
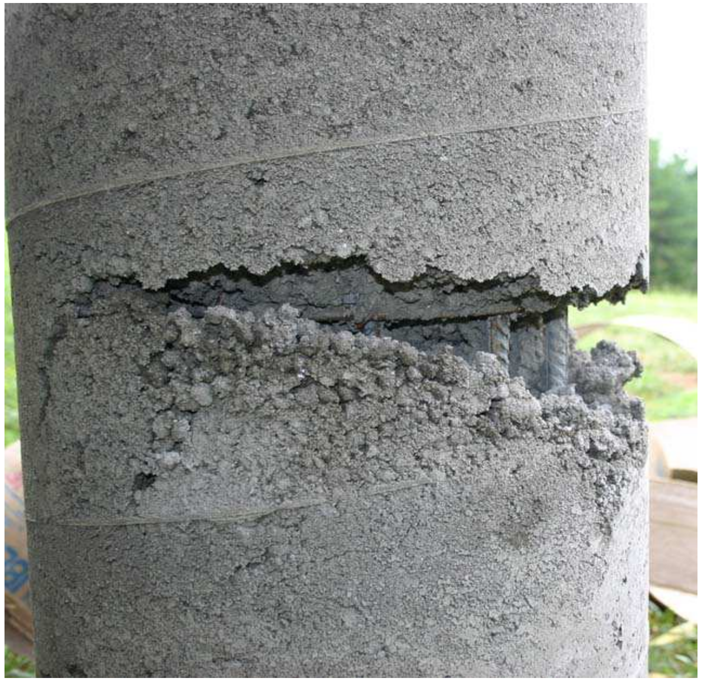


Foto: Ramazan YILDIZ, 2006



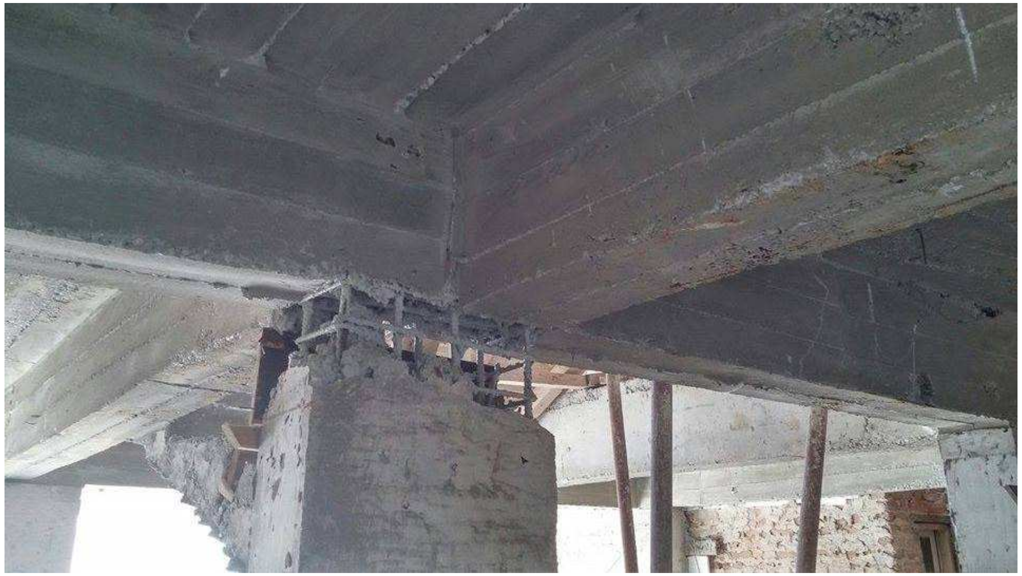


Foto: Fuat KANDEMİR, 2014

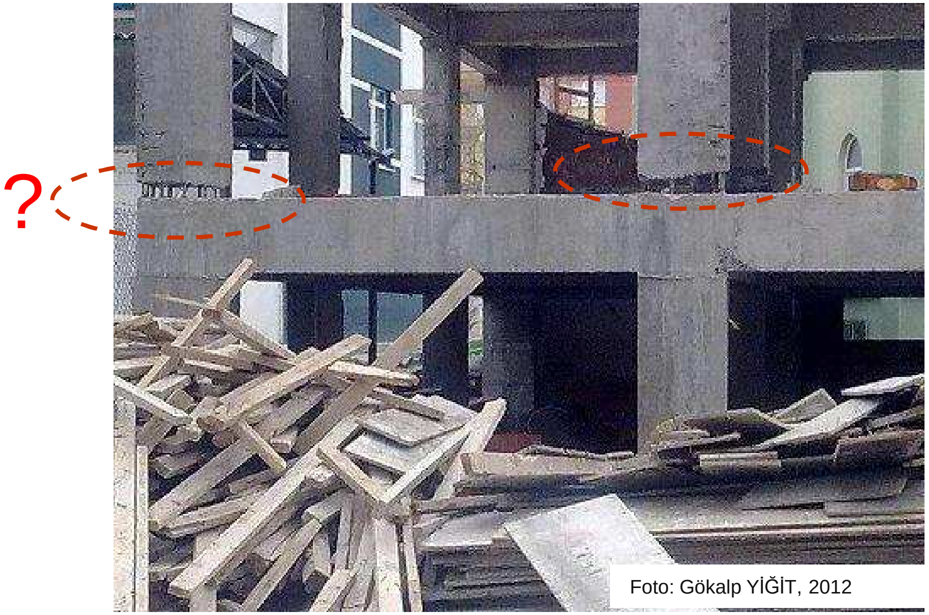
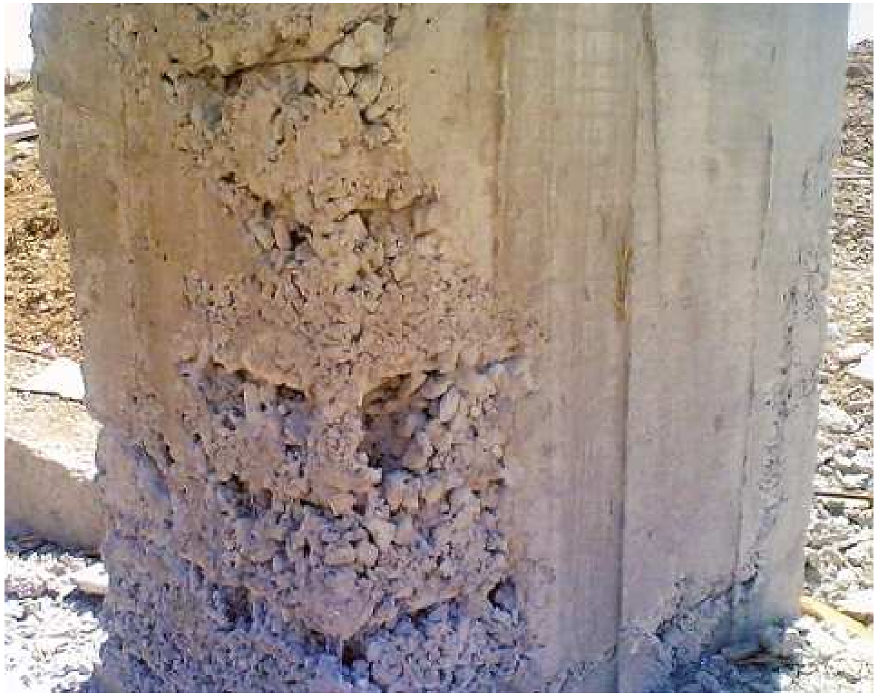
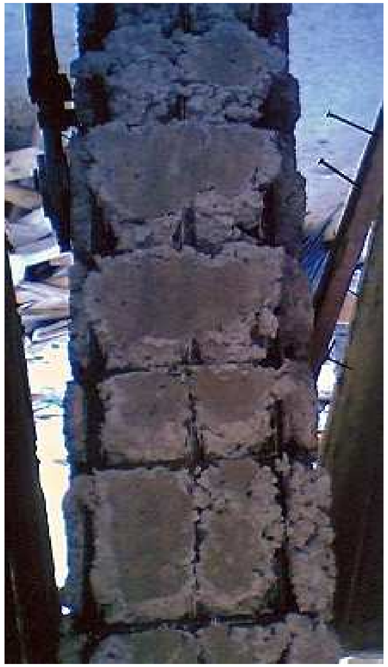
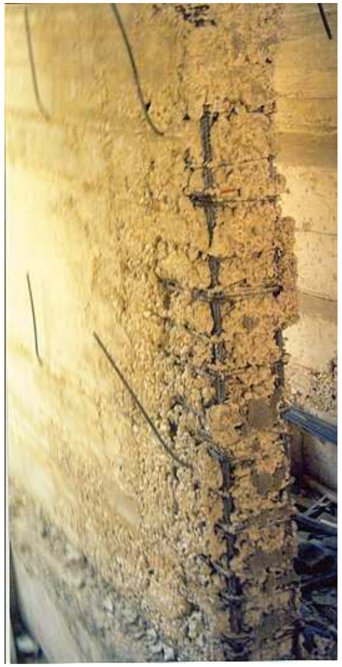
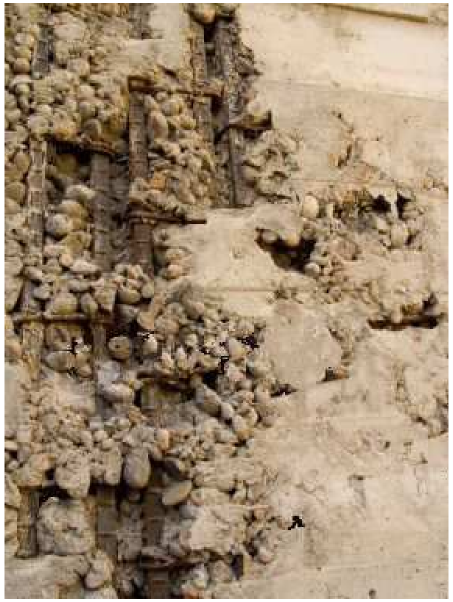


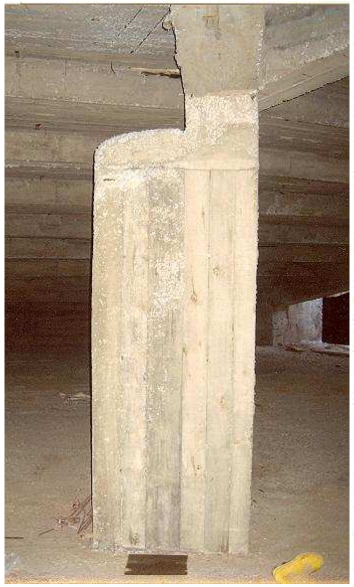
Foto: Gökalp YİĞİT, 2012

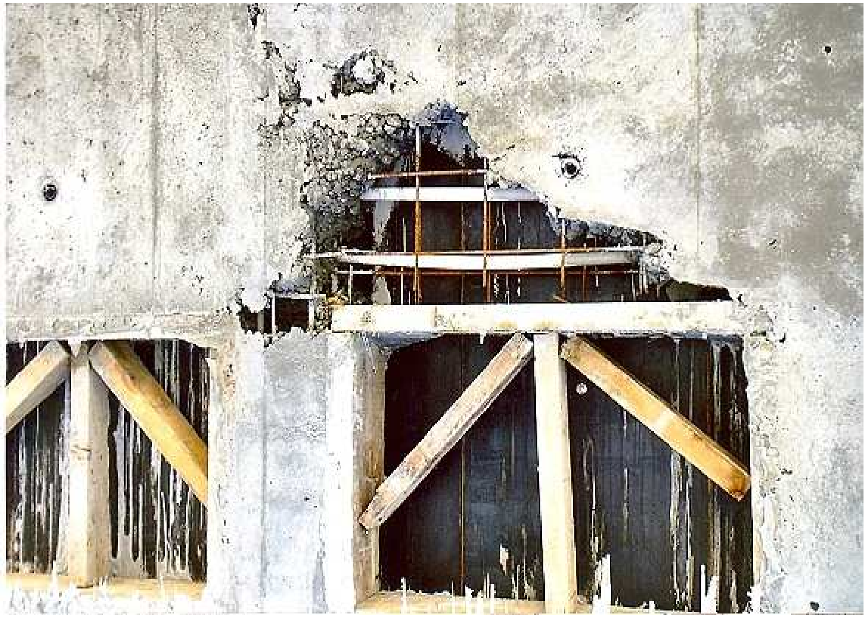












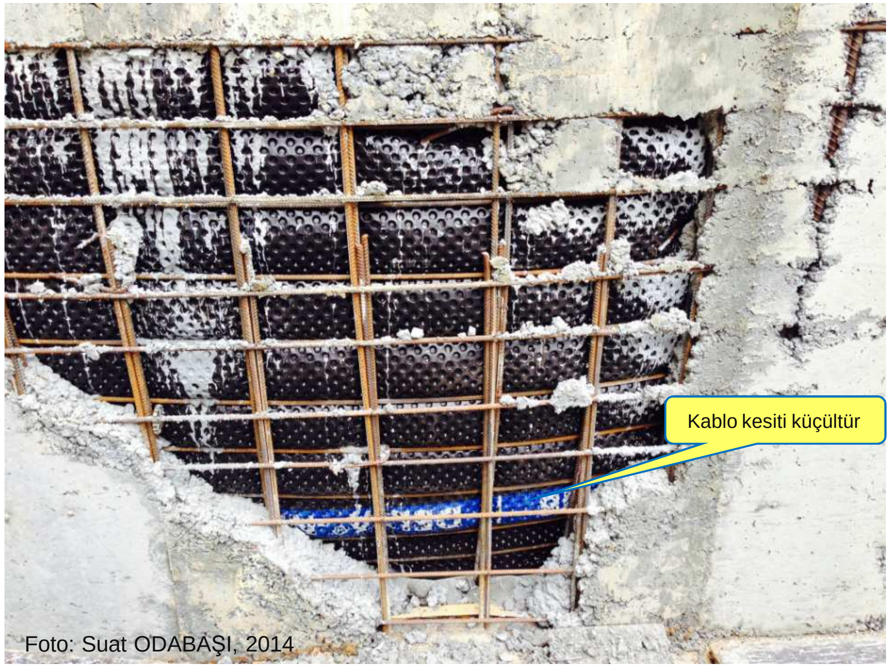


Foto: Suat ODABAŞI, 2014

Et kalınlığı az olan perdelere beton dökmek ve sıkıştırmak zordur, boşluk kalma riski yüksektir.

En…

En riskli eleman: **Kolon, konsol kiriş, konsol döşeme**

En önemli eleman :	**KOLON**
En özensiz inşa edilen:	**KOLON**
En çok hasar ve göçme nedeni:	**KOLON**
En önemli donatı:	**ETRİYE**
En önemsenmeyen donatı:	**ETRİYE**
Depremde en etkin eleman:	**PERDE**

Bir fazla etriye çok can kurtarır!
Bir eksik etriye çok cana kıyar!

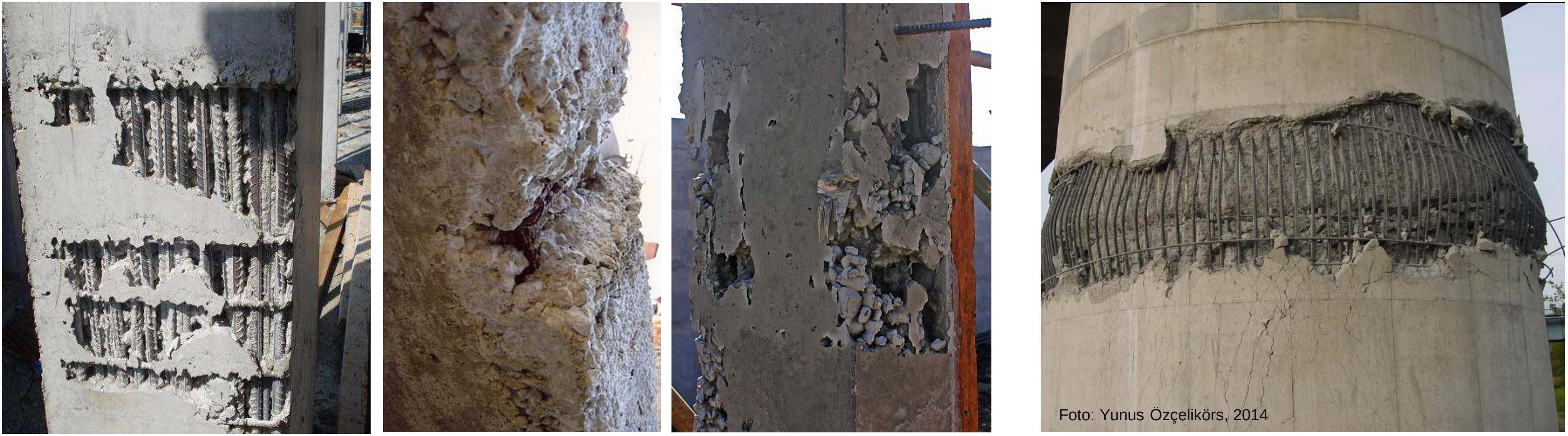


Foto: Yunus Özçelikörs, 2014